Prof. Dr. A. Gärtner,

Leitfaden der Hygiene

Dritte Auflage


SIGILL: COLL: YALEN: NOV: PORT: NOV: ANGL:
ET
LUX
VERITAS
אורים
ותמים

LEITFADEN

DER

HYGIENE.

FÜR

STUDIRENDE, ÄRZTE, ARCHITECTEN, INGENIEURE
UND VERWALTUNGSBEAMTE.

VON

DR. AUG. GÄRTNER,

O. Ö. PROFESSOR DER HYGIENE UND DIRECTOR DES HYGIENISCHEN INSTITUTES
DER UNIVERSITÄT JENA.

MIT 153 ABBILDUNGEN.

DRITTE VERMEHRTE UND VERBESSERTE AUFLAGE.



BERLIN 1899
VERLAG VON S. KARGER
KARLSTRASSE 15.

Eine italienische Uebersetzung ist bei Dr. Fr. Vallardi in Mailand, eine ungarische in der Eggenberger'schen Buchhandlung in Budapest, eine französische bei Octave Doin in Paris erschienen.

Vorwort zur dritten Auflage.

In kurzer Zeit hat sich die dritte Auflage des „Leitfadens“ nöthig gemacht.

Bei der Neuauflage ist der Autor bestrebt gewesen, unter Beibehaltung der früheren Anordnung des Stoffes den Inhalt möglichst zu vertiefen und auszubauen und die sicheren Errungenschaften der Wissenschaft bis in die neueste Zeit dem Werkchen einzuverleiben. Eine sehr gründliche Um- und Durcharbeitung haben insonderlich die Kapitel „Entfernung der Abfallstoffe“ und „Infectionskrankheiten“ erfahren.

Die Zahl der Abbildungen ist wiederum vermehrt worden. Hierdurch und durch die Umarbeitung hat sich der Umfang des Buches um $3^{1}/_{2}$ Bogen vergrössert.

Möge die dritte Auflage so freundlich aufgenommen werden, als die beiden ersten aufgenommen worden sind.

Jena, im October 1898.

A. Gärtner.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Der jetzt in zweiter Auflage vorliegende „Leitfaden der Hygiene“ ist in seiner Anordnung dem der ersten Auflage gleichgeblieben; dahingegen hat eine ausgiebige Durcharbeitung der einzelnen Abschnitte stattgefunden.

Insbesondere haben die Abhandlungen über Wärmeregulation, Wasserversorgung, Wohnungen und Städteanlagen, Gewerbehygiene und über Infectionskrankheiten eine durchgreifende Umarbeitung erfahren.

Entsprechend dem jetzt allgemeinen Bestreben, dem weniger Bemittelten ein gesundheitlich gutes Heim zu schaffen, ist das

Kapitel der Wohnungsfrage etwas ausführlicher behandelt worden, Das Kapitel Infectionskrankheiten hat einen Anhang: „Ueber Hospitäler" erhalten. Die Zahl der Abbildungen ist um 40 vermehrt worden, vor Allem, um bei den technischen Seiten der hygienischen Fragen mehr durch Anschauung zu wirken.

Die Ausstattung des Buches ist gegen früher verbessert worden, und es sei nicht verfehlt, der Verlagshandlung für die grosse Bereitwilligkeit, mit welcher sie auf alle Wünsche eingegangen ist, an dieser Stelle verbindlichen Dank zu sagen.

Es ist unser Bestreben gewesen, trotz der umfassenden Veränderungen und Zusätze, trotz der hinzugekommenen Abbildungen die frühere Bogenzahl so wenig als möglich zu überschreiten, damit der Character des Buches, als kurzgefasste Einführung in die Hygiene zu dienen, gewahrt bleibe.

Dieses Bestreben schien um so mehr gerechtfertigt, als die freundliche Aufnahme im Inland, die Uebersetzung des Buches in das Französische und Italienische dafür sprechen, dass die knappe, anspruchslose Form, in welcher das Buch erschienen ist, erwünscht war.

Wenn wir versuchen, auch Technikern und Verwaltungsbeamten das Buch in die Hand zu geben, so geschieht das nicht, um dieselben über hygienisch-technische oder Verwaltungsfragen zu informiren, dazu ist das Buch nicht breit genug angelegt, sondern um ihnen die Möglichkeit zu gewähren, sich kurz über die hygienischen Anschauungen und Principien in den betreffenden Fragen zu unterrichten.

Möge der zweiten Auflage des Buches dasselbe Wohlwollen zu Theil werden, welches die erste Auflage in so reichem Masse gefunden hat.

Jena, im October 1895.

A. Gärtner.

Vorwort zur ersten Auflage.

In den letzten Jahren sind eine Reihe grösserer Werke über Gesundheitspflege erschienen. Bisher fehlte es jedoch an einem kleineren Lehrbuch, aus welchem sich der Studirende und der

in der Praxis stehende Arzt rasch über einschlägige Fragen unterrichten konnte.

Der vorliegende „Leitfaden“ ist entstanden aus den Vorlesungen des Verfassers über Hygiene.

Diesem Ursprung und dem Zweck des Buches gemäss sind nur die Hauptpunkte aus dem weiten Gebiet der Gesundheitslehre in ihren Grundzügen besprochen worden, wobei Werth darauf gelegt wurde, dass neben der theoretischen auch die praktische Seite der einzelnen Fragen die gebührende Beachtung fand, weil die Hygiene eine auf das Praktische gerichtete, direct in das Leben zu übertragende Wissenschaft ist.

Da das Buch hauptsächlich als Einleitung in die Hygiene dienen soll, musste der Anschauung des Lesers etwas geboten werden, um so mehr, als die Gesundheitslehre Gebiete streift, welche dem Mediciner zum Theil ferner liegen; so erklärt sich die grosse Zahl der Abbildungen.

Es erschien uns richtig, an den betreffenden Stellen die gesetzlichen Bestimmungen kurz herbeizuziehen, zunächst weil in ihnen die nothwendigen und, was wichtig ist, die erreichbaren Forderungen, die ausführbaren Massnahmen in knapper Form enthalten sind, und dann, weil der Arzt die gesetzlichen Bestimmungen kennen muss, um im Bedarfsfalle danach seine Vorschläge zu machen, sein Handeln einzurichten.

Eine ausführlichere Behandlung ist den Infectionskrankheiten zu Theil geworden, deren Aetiologie und Prophylaxe im Vordergrunde des ärztlichen Interesses steht.

Der herrschenden Zeitströmung ist Rechnung getragen durch eine etwas eingehendere Erörterung der Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen.

Als Einführung und Anregung zu weiterem Studium sind in kurzen Umrissen die grossen Arbeitergesetze der letzten Jahre behandelt. Sie sind dem jungen Arzt zu wissen nothwendig und stellen zugleich hygienische Massnahmen ersten Ranges dar. Ihre Kenntnissgabe gehört in den medicinischen Lehrplan hinein und dürfte am zweckmässigsten an dieser Stelle erfolgen.

So möge das kleine Buch hinausgehen und versuchen, ob es seinen Zweck erfüllen kann, als Einführung in die Hygiene zu dienen.

Jena, im März 1892.

A. Gärtner.

Inhaltsverzeichniss.

Die Atmosphäre.

Das Wasser.

Der Boden.

Die Ernährung und die Nahrungsmittel.

Wohnungen und Städteanlagen.

Die Wärmeregulirung der Wohnungen.

Die Ventilation.

Die Beleuchtung.

Seite

Entfernung der Abfallstoffe.

Das Leichenwesen.

Die Schul-Hygiene.

Die Gewerbe-Hygiene.

Die Infectionskrankheiten.

Die Atmosphäre.

Die Atmosphäre wirkt nach mehrfachen Richtungen hin auf das Wohlbefinden der Menschen ein.

Die Luft wird eingeathmet und giebt einen Theil ihrer Bestandtheile an den menschlichen Körper ab; andererseits nimmt sie seine gasigen Ausscheidungsproducte auf; weiter dient sie unter Umständen als Vermittlerin für infectiöse Krankheiten; ferner ist die Atmosphäre von gesundheitlichem Einfluss durch ihre physikalischen Eigenschaften.

1. Die Bestandtheile der Luft.

a) Der Stickstoff.

Die Luft besteht zu 78,8 Volumprocenten aus Stickstoff. Dieses indifferente Gas verdünnt gewissermassen den Sauerstoff; es wird entsprechend dem Druck von den Säften des Körpers absorbirt.

b) Der Sauerstoff und das Ozon.

Der Sauerstoff, zu 20,7 Volumprocenten in der Luft vorhanden, wird durch die Athmung aufgenommen und dient im Körper zur Verbrennung. Die Ausathmungsluft enthält davon ungefähr 5,3% weniger als die Einathmungsluft.

Der Sauerstoff ist überall gleichmässig vertheilt; nur unter ganz besonderen Verhältnissen ist weniger vorhanden, so hat man z. B. in den Tiefen der Bergwerke bis zu 13%, in den Minengängen nach Sprengungen bis zu 5% gefunden. Der Gehalt der Luft an Sauerstoff lässt sich durch Absorption aus einem in graduirter Bürette eingeschlossenen Luftquantum mittelst Pyrogallussäure unter Zusatz von Aetzkali, oder aus dem Volumenverlust feststellen, welchen ein im Eudiometer unter Quecksilber abgeschlossenes, mit Wasserstoff gemischtes Luftquantum durch den electrischen Funken unter Wasserbildung erleidet. Activer Sauerstoff, Ozon, entsteht durch elektrische Entladungen oder, wie vielfach behauptet wird, durch grosse Oxydationsprocesse oder starke Wasserverdunstungen. Im Ozon sollen drei Atome O zu einem Molekül zusammengelagert sein;

das dritte Atom ist lose gebunden, weshalb Ozon zu lebhaften Oxydationen geeignet ist. Seine Menge lässt sich abschätzen nach der mehr oder minder starken Bläuung, welche Jodkaliumstärkekleisterpapier erleidet, wenn bestimmte Mengen ozonhaltiger Luft daran vorbeistreichen. Der Gehalt der Luft an Ozon beträgt höchstens 2 mg in 100 cbm Luft; in bewohnten Räumen fehlt es völlig.

Bestimmung seiner Menge.

Das Antozon, Wasserstoffsuperoxyd, H_2O_2, entsteht wahrscheinlich durch die Einwirkung des Lichtes auf das Wasser der Atmosphäre. Trotz seiner kräftigen desinficirenden Eigenschaft ist es hygienisch belanglos, da es nur in sehr geringen Mengen in der Luft vorhanden ist. Ebenso dürfte es mit dem Argon sein.

c) Die Kohlensäure.

Die durch Verwesungs- und Fäulnissvorgänge, Athmungs- und Verbrennungsprocesse gelieferte oder die aus dem Erdinnern ausgehauchte Kohlensäure wird mittelst Luftströmungen und Temperaturdifferenzen rasch und gleichmässig vertheilt, so dass sie überall in der freien Atmosphäre zu 0,25—0,35‰ vorhanden ist. Sie wird durch die Pflanzen und die Bildung kohlensaurer anorganischer Verbindungen wieder verbraucht.

Bestimmung grosser Mengen nach der gasanalytischen Methode,

Grosse Kohlensäuremengen, wie sie in Bergwerken, im Gährungsbetriebe, in lange Zeit verschlossen gewesenen Räumen u. s. w. vorkommen, bestimmt man nach den Regeln der Gasanalyse durch Absorption aus einem abgemessenen Luftquantum mittelst Kalilauge. Geringe Kohlensäuremengen, mit welchen die Hygiene hauptsächlich zu rechnen hat, misst man nach der von v. Pettenkofer angegebenen Methode:

kleiner Mengen nach der Pettenkofer'schen Methode.

In einer wässerigen Lösung von Barythydrat (BaH_2O_2) bestimmt man das Hydrat durch Titriren mit Oxalsäurelösung von bekannter Zusammensetzung. Hierbei entsteht aus je einem Molekül BaH_2O_2 und $C_2H_2O_4 + 2\ H_2O$ ein Molekül BaC_2O_4 und 4 H_2O. Von der in ihrem Gehalt festgelegten Barytlösung wird eine bestimmte Menge (z. B. 100 ccm) in einen ausgemessenen Kolben gegeben, welcher mit der zu untersuchenden Luft angefüllt ist. Durch intensives Schütteln wird die CO_2 der eingeschlossenen Luft mit dem BaH_2O_2 in innigste Berührung gebracht; die CO_2 zerlegt das BaH_2O_2, und es entsteht $BaCO_3$ und H_2O. Der unlösliche kohlensaure Baryt fällt zu Boden, die obenstehende klare Lösung von Barythydrat wird abermals mit der Oxalsäurelösung titrirt. Bei dieser zweiten Titration werden so viel weniger ccm

Oxalsäurelösung gebraucht, als BaH_2O_2 durch CO_2 gebunden ist. Da die Körper nach ihrem Aequivalentgewicht für einander eintreten, so entsprechen 126 mg ($C_2H_2O_4 + 2\,H_2O$) 44 mg CO_2 oder 22,369 ccm CO_2, da 1 mg CO_2 bei 760 mm Druck und 0° C. 0,5084 ccm Raum einnimmt. Fertigt man eine Oxalsäurelösung, welche im Liter 1,405 g Oxalsäure enthält (126 : 22,369 = x : 0,25), so entspricht jeder ccm dieser Lösung, welcher bei der zweiten Titrirung weniger gebraucht wird als bei der ersten, 0,25 ccm CO_2. Das Volumen der Flasche muss ebenfalls auf 0° und 760 mm Druck reducirt werden nach der Formel: $v_0 = \frac{v\ B}{(1 + 0{,}00366\,t)\ 760}$, wobei v das gemessene Volumen des Kolbens, B den zeitigen Barometerdruck und t die Temperatur bezeichnet.

Beispiel: Ein Kolben von 5100 ccm Inhalt wird mittelst eines Blasebalges mit Luft gefüllt, dann werden 100 ccm Barytwasser hinzugegeben (etwa 4,5 Barythydrat und 0,25 g Chlorbarium auf 1 l Wasser); das Ganze wird kräftig geschüttelt und bleibt 12 Stunden stehen. In 25 ccm der Barytlösung wird der Titer bestimmt, d. h. es wird so lange Oxalsäurelösung (1,405 g Oxalsäure auf 1 l Wasser) hineintitrirt, bis die durch 5 Tropfen alkoholischer Rosolsäurelösung entstandene Röthung gerade verschwunden ist; es mögen dazu gebraucht sein 21,2 ccm Oxalsäurelösung. Dann werden 25 ccm klaren Barytwassers aus dem Kolben vorsichtig herauspipettirt, mit 5 Tropfen Rosolsäurelösung versetzt und wieder titrirt. Es werden jetzt gebraucht 14,3 ccm, also 6,9 ccm weniger als bei der ersten Titration, d. h. es sind in 5000 ccm Luft 6,9 ccm Kohlensäure von 0° und 760 mm Druck. Der Kolbeninhalt ist gleichfalls zu reduciren, der Barometerstand sei 750 mm, die Temperatur 20°.

$$V_0 = \frac{(5100-100)\ 750}{(1 + 0{,}00366 \cdot 20)\ 760} = 4596$$

Die Luft enthält also 1000 : 4956 = x : 6,9 = 1,5 ‰ CO_2.

H. Wolpert's Methode.

Da die Untersuchung etwas umständlich ist, hat man abgekürzte Verfahren ersonnen, von welchen das von H. Wolpert angegebene eines der besseren ist. In einen Cylinder beigedruckter Form werden 2 ccm einer mit Phenolphtalein rothgefärbten 1/50 procentigen Lösung krystallisirter Soda gegeben, worauf der Stopfen, welcher an einem mit sehr engem Kanal versehenen Glasstab befestigt ist, bis auf die Flüssigkeit niedergestossen wird. In dem zu untersuchenden Raum zieht man den Stopfen allmählig höher, wobei Luft zwischen ihn und die Sodalösung tritt. Unter kräftigem Schütteln geht die Kohlensäure der Luft an das kohlensaure Natron. Man zieht den Stopfen so lange

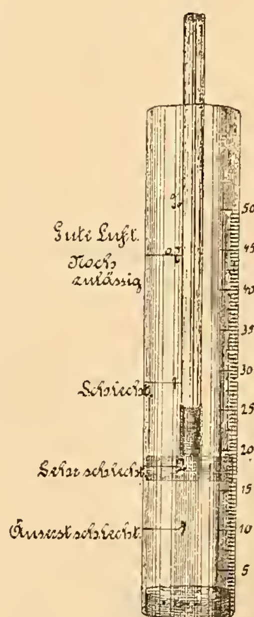


Fig. 1. H. Wolpert's Carbacidometer. 1/3 natürlicher Grösse.

hoch, bis die rothe Farbe gerade verschwunden ist, d. h. bis alles Carbonat in Bicarbonat, welches Phenolphtalein entfärbt, umgewandelt ist. Die Eintheilung am Gefäss lässt den CO_2-Gehalt der Luft direct ablesen. (Fig. 1.)

d) Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure.

Zu den regelmässig vorkommenden Substanzen gehören Ammoniak, Salpeter- und salpetrige Säure. Die übrigen Mineralsäuren, der Schwefelwasserstoff, das Kohlenoxyd u. s. w., finden sich nur unter gewissen Umständen, z. B. in Industriebezirken, in der Luft. Alle diese und verwandte Körper sind in der freien Atmosphäre in so geringen Mengen vorhanden, dass sie das Wohlbefinden nicht stören. Dahingegen sind sie im Industriebetriebe häufiger und sollen daher bei der Gewerbehygiene besprochen werden.

e) Die organischen Substanzen.

Durch Menschen und Thiere werden gasförmige organische Stoffe ausgeschieden, welche möglicherweise eine schädigende oder doch belästigende Wirkung ausüben. Diese Substanzen zu isoliren oder ihre Giftigkeit nachzuweisen, gelang noch nicht. Ihre ungefähre Menge hat man zu bestimmen gesucht durch Hindurchleiten abgemessener Mengen sorgfältig filtrirter Luft durch destillirtes Wasser und Oxydation desselben mit Kalipermanganat. Nach Pettenkofer steht die Menge der organischen Substanzen in einem gewissen Verhältniss zu der Kohlensäuremenge, welche vom Menschen ausgeschieden wird.

f) Das Wasser.

Immer ist in der Luft Wasser in Gasform, also als Wasserdunst, enthalten. Das Aufnahmevermögen für Wasser, die Wassercapacität, steigt entsprechend der Höhe der Temperatur in Gestalt der beigedruckten Kurve. (Fig. 2.)

Die gestrichelte Linie giebt an, wieviel Wasser in Grammen in dem Kubikmeter Luft enthalten sein kann. Die ausgezogene Linie zeigt den maximalen Druck, die „Tension“ des Wasserdampfes in mm Quecksilber an.

Definitionen. Wenn die Luft so viel Feuchtigkeit enthält, als sie ihrer Temperatur nach fassen kann, so ist sie „mit Wasserdampf gesättigt“, „maximale Feuchtigkeit“. Birgt sie weniger, so nennt man die zur Zeit in ihr enthaltene Wassermenge die „absolute

Feuchtigkeit". Das Verhältniss des maximalen zum absoluten Wassergehalt, in Procenten der Sättigung ausgedrückt, heisst die „relative Feuchtigkeit". Um ihren objectiven Werth in g auf den cbm, oder in mm Quecksilberdruck kennen zu lernen, ist die Temperaturangabe erforderlich; bei 11° C. z. B. ist 50% Feuchtigkeit gleich 5 g, bei 23° C. gleich 10,2 g Wasser im cbm. Unter „Sättigungsdeficit" versteht man diejenige Menge Wasserdampf, welche einer Luft an ihrer maximalen Feuchtigkeit fehlt; die Luft kann bei 0° C. 4,9 g Wasser im cbm enthalten, sind nicht mehr als 2 g vorhanden, so beträgt ihr Sättigungsdeficit 2,9 g.

Kühlt sich die Luft ab, so vermindert sich ihre Wassercapacität; der Punkt, bei welchem der absolute Gehalt den maximalen gerade überschreitet, giebt sich zu erkennen durch das Ausfallen des überschüssigen Wassers in Gestalt von Thau. Diese Grenze heisst der „Thaupunkt". Strahlt während der Nacht die Erde ihre Wärme gegen den Weltenraum aus, so erkalten am intensivsten die Körper mit geringem Volumen und grosser Oberfläche (Gräser, Blätter etc.). Die zunächst liegende Luft wird ebenfalls abgekühlt, und ihr Wasser perlt als „Thau" an den Spitzen.

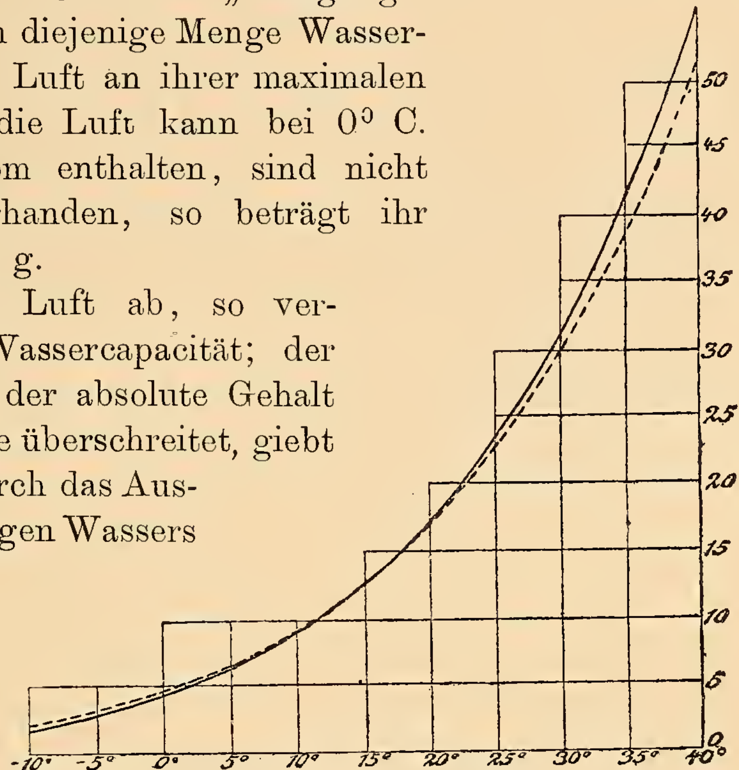


Fig. 2.

Sinkt die Feuchtigkeit unter den Thaupunkt, so bildet sich um die feinsten in der Luft schwebenden Staubpartikelchen herum ein Niederschlag von Wasser, „Nebel, Wolken". Vergrössern sich die Nebeltröpfchen durch Condensation, so entsteht „Regen", oder bei Temperaturen unter 0° „Schnee bezw. Hagel".

Menge des Wasserdunstes.

Der Gehalt der Luft an Feuchtigkeit ist örtlich und zeitlich verschieden. Die absolute Feuchtigkeit ist in der Nähe grosser, warmer Wasserflächen oder warmen, feuchten Bodens am grössten. Das Minimum liegt in den Polargegenden. Für die gegebene Oertlichkeit steigt die absolute Feuchtigkeit meistens mit der Temperatur. Luftbewegung übt einen ausgleichenden Einfluss aus; so entführen gewöhnlich die in Folge der Wärmesteigerung

entstehenden, nach oben gerichteten Luftströme aus den untersten Luftschichten mehr Wasser, als in der gleichen Zeit aus trockenem Boden abdunstet; das Sinken der absoluten Feuchtigkeit trotz steigender Wärme ist die Folge. Im Winter enthält die Luft in unseren Gegenden die grösste absolute Feuchtigkeitsmenge kurz vor 2 Uhr, die niedrigste in Folge der durch die Kälte bewirkten Condensation bei Sonnenaufgang. Im Sommer steigt der Wassergehalt von Sonnenaufgang bis gegen 9 oder 10 Uhr, sinkt dann wieder bis gegen 3—4 Uhr und nimmt darauf bis gegen 8—9 Uhr zu, um nun bis zu seinem Minimum vor Sonnenaufgang zu sinken. Die relative Feuchtigkeit ist durchschnittlich bei abnehmender Temperatur am höchsten; an der Seeküste (Borkum) schwankt sie zwischen 90% im Winter und 80% im Sommer; im Binnenland ist die Sommersenkung niedriger, bis zu ungefähr 65% gehend. In den Wohnräumen beträgt die mittlere Feuchtigkeit zwischen 30—60%, auf der Haut unter der Kleidung liegt sie gemeiniglich zwischen 30—40%. Das Sättigungsdeficit ist Morgens am geringsten und nimmt mit steigender Temperatur zu, um Abends wieder zu sinken. Im Sommer ist das Sättigungsdeficit ganz wesentlich höher als im Winter

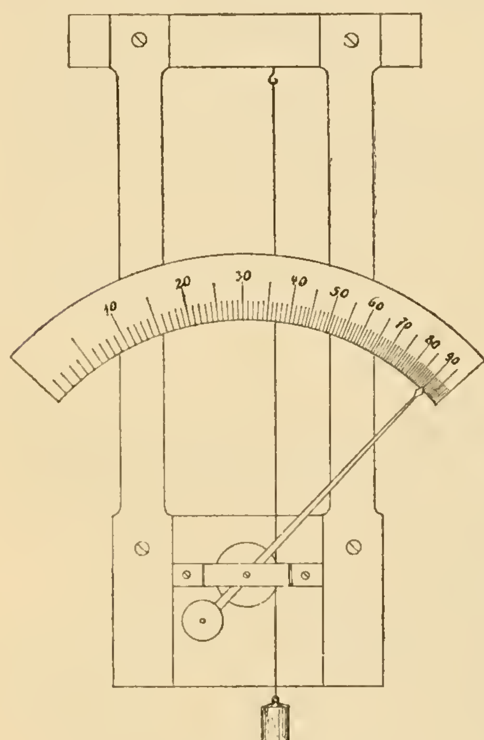


Fig. 3. Haarhygrometer.

Menge des Regens.

Die Menge des Regens ist in erster Linie abhängig von der Sättigung des Luftstromes mit Wasserdunst und der Intensität der Abkühlung. Letztere erfolgt durch Wärmeabgabe an entgegenstehende kühle Gegenstände, z. B. bewaldete Berge, und durch den Wärmeverlust, welcher beim Aufsteigen in grössere Höhen (für jede 100 m 1° C.) entsteht. Die Windseite eines Gebirges oder eines Berges ist daher regenreicher als die unter dem Wind liegende. Der mit Feuchtigkeit gesättigte Westwind bedingt an der Westküste Norwegens einen jährlichen Regenfall von 1000 bis 2000 mm; die östlich, hinter dem 1250 bis 2000 m hohen Gebirgszuge liegenden schwedischen Städte Upsala, Stockholm etc. haben eine Regenhöhe von 400 mm. An der Küste und im Gebirge fällt mehr Regen als im Binnenland und in der Ebene. Die mittlere Regenhöhe Deutschlands beläuft sich auf

ungefähr 700 mm, d. h. auf den qm Bodenfläche fallen jährlich gegen 700 Liter Wasser.

Die Feuchtigkeit der Luft bestimmt man mit Hygrometern. Dieselben bestehen aus hygroskopischen Körpern, welche sich entsprechend dem aus der Atmosphäre aufgenommenen Wasser ausdehnen bezw. zusammenziehen. Auf einer Scala, über welcher ein Zeiger schwebt, lassen sich die Procente der relativen Feuchtigkeit direct ablesen. (Fig. 3.)

Bestimmungsmethoden der Feuchtigkeit.

Hygrometer.

Das Condensationshygrometer zeigt durch Abkühlung unter Thaubildung den Temperaturgrad an, für welchen die Luft gerade mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Durch Subtraction der so gefundenen absoluten Feuchtigkeit von der maximalen findet man das Sättigungsdeficit, durch Division die relative Feuchtigkeit. Am besten ist das Instrument von Regnault, einfacher das von Daniell.

Das August'sche Psychrometer giebt an einem gewöhnlichen Thermometer die Temperatur der Luft des zu untersuchenden Raumes an; ein zweites, dicht daneben gehängtes, dessen Kugel mit angefeuchtetem Zeug locker umwickelt ist, zeigt eine um so niedrigere Temperatur, je grösser die Wasserverdunstungskühle, d. h. je grösser die Trockenheit des Raumes ist. Aus der Differenz der beiden Thermometer lässt sich die Feuchtigkeit durch Rechnung oder leichter durch Anwendung von Tabellen bestimmen. Um den schädigenden Einfluss der Luftstagnation zu umgehen, empfiehlt es sich, das trockne und darauf das befeuchtete Thermometer an einem Faden in gleichem Tempo im Kreise zu schwingen. Man erhält so in kurzer Zeit genaue Temperaturen und hat nur ein Thermometer nothwendig (Schwingethermometer). Noch besser ist das Seite 11 abgebildete Aspirationsinstrument von Assmann.

Psychrometer.

Die Atmometer lassen die Wassermenge ersehen, welche in einer bestimmten Zeit von einer gegebenen Fläche verdunstet. Die Instrumente gewähren noch keine genügende Genauigkeit.

Atmometer.

Die Regenmesser sind Gefässe von bestimmtem Querschnitt, in welchen der hineingefallene Regen, Schnee, Hagel gesammelt und gemessen wird.

Regenmesser.

g) **Der Staub der Atmosphäre einschliesslich der Mikroorganismen.**

Der in der Luft vorkommende Staub ist organischer und anorganischer Natur. Von ersterem finden sich Pflanzenfäserchen, Kohlentheilchen, ferner Stückchen von Thierhaaren, Epidermis-

Bestandtheile des Staubes.

schuppen und Aehnliches. Unter den anorganischen Bestandtheilen treten auf Quarzsplitterchen, Kalkpartikel, Verbindungen der Kieselsäure, feinste Eisentheilchen etc. An lebenden Wesen trifft man im Staube die Dauerformen kleinster Thierchen, Pollenkörner, feine Pflanzensamen, sodann Schimmel, Hefen und Bacterien. Die feinsten Staubtheilchen und Wassertröpfchen, mit den ihnen event. anhaftenden Mikroorganismen fallen selbst in mehreren Stunden nicht aus der Luft heraus.

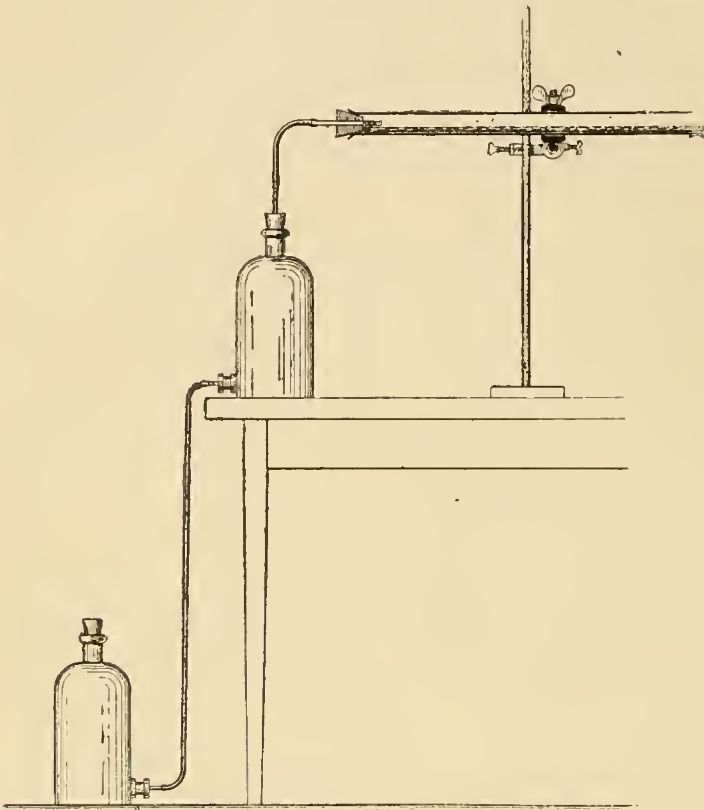


Fig. 4. Methode der Luftuntersuchung nach Hesse.

Untersuchung des Luftstaubes.

Den Staub der Luft abzufangen, bedient man sich eines Deckgläschens, auf welches, nachdem in die Mitte ein Tropfen Glycerin gebracht ist, ein Luftstrom geleitet wird. Zur genaueren Bestimmung saugt man abgemessene Mengen von Luft langsam und in kleinsten Bläschen durch eine hohe, dünne Säule destillirten Wassers, verdunstet dieses, mikroskopirt, oder wiegt den getrockneten Rest.

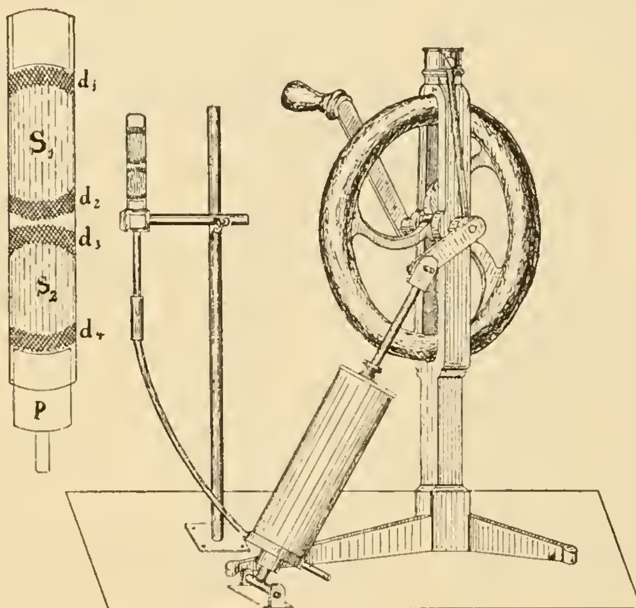


Fig. 5 a. Fig. 5.

Fig. 5. Methode der Luftuntersuchung nach Petri.
Fig. 5a. Das Fangrohr. P. Gummipfropf mit Glasrohr, d_1, d_2, d_3, d_4 Drahtnetze, S_1, S_2 sterilisirter Sand.

Hesse'sche Methode.

Die in der Luft enthaltenen Bacterien und Schimmelsporen zu bestimmen, füllt man nach der Hesse'schen Methode Nährgelatine in ein 60 bis 70 cm langes, 3 cm weites, an dem einen

Ende mit durchbohrtem Gummistopfen, an dem andern mit durchlochter Gummikappe geschlossenes Glasrohr und vertheilt sie so, dass ungefähr ein Viertel des Rohres mit Gelatine überdeckt ist. (Fig. 4.)

Nach ihrer Erstarrung wird mittelst Aspirators langsam Luft durch das Rohr gesogen. Die Bacterien fallen auf den Nährboden und wachsen zu Kolonien aus, welche gezählt und untersucht werden.

Petri'sche Methode.

Nach der Petri'schen Methode (Fig. 5, 5a) füllt man in ein 1,5 cm weites Glasrohr eine 3 cm starke Schicht feinen, sterilisirten Sandes oder gestossenen Glases, schliesst dieselbe an beiden Enden durch engmaschige Drahtnetze ab und saugt langsam mit einer Saugpumpe Luft durch. Die Bacterien fangen sich in dem Sand uud werden mit ihm zusammen in Schalen mit Nährgelatine gegeben, worin sie sich zu Kolonien entwickeln.

Zahl der Bacterien in der Luft.

Die Zahl der in der Luft enthaltenen Mikroorganismen, welche oft geringer ist als die der Schimmelsporen, schwankt nach dem Ort, der Menge der Niederschläge, dem Wind, der Temperatur etc. Miquel (Paris) fand auf den cbm Luft in der Rue de Rivoli bis zu 3480 Bacterien, im Park de Montsouris durchschnittlich im Frühjahr 494, Sommer 650, Herbst 380, Winter 260. Neumann zählte in den gut gehaltenen Baracken von Moabit morgens, als gereinigt wurde, zwischen 80 bis 140 Bacterien, mittags etwa 20 und abends, 2 Stunden nach dem Schlafengehen, 4—13 in je 10 Litern Luft.

Fischer fand auf hoher See bei ruhiger Luft oder bei geringem Wind die Luft keimfrei; war das Meer bewegt, so wurden durch die Zerstäubungsvorgänge an der Meeresoberfläche Bacterien von dort in die Luft entführt. Bei ablandigem Wind wurden Pilzsporen weiter hinausgetragen als Bacterien. Im Hochgebirge ist die Luft sehr arm an Keimen.

II. Die physikalischen Verhältnisse der Atmosphäre.

a) Die Wärme.

Wärmequelle und Erwärmungs-Bedingungen.

Die Wärme der Erdoberfläche und der Luft wird von der Sonne geliefert. Die senkrecht durch die Atmosphäre tretenden Sonnenstrahlen geben ungefähr 36 % ihrer Gesammtwärme an die Luft ab, das übrige gelangt auf den Boden. Die Stärke der Absorption richtet sich nach dem Feuchtigkeits- und Staubgehalt der Atmosphäre und dem Sinus des Einfallswinkels der Strahlen; je

kleiner der letztere, je grösser der erstere ist, um so mehr Wärme wird an die Luft abgegeben. Aus diesem Grunde ist auch der durchsetzte Wegeraum von Belang, morgens und abends ist dieser bedeutend grösser als mittags. Die sog. chemischen und die dunkelen (Wärme-)Strahlen werden bedeutend besser als die leuchtenden, von welchen rund 15 % verschluckt werden, nämlich zu ungefähr 60 % absorbirt. Wenn die kurzwelligen, leuchtenden Wärmestrahlen die Erdoberfläche berühren, so werden sie in dunkle Wärmestrahlen langer Wellenlänge umgewandelt und als solche von der Luft aufgenommen. Die unteren Luftschichten erhalten ihre Hauptwärme daher vom Boden, d. h. von den im Boden in Wärmestrahlen umgesetzten Lichtstrahlen.

Je nach der Wärmecapacität, Feuchtigkeit, Gestaltung, Farbe und Oberflächenbeschaffenheit des Bodens ist die Menge der absorbirten und reflectirten Strahlen verschieden. Das Wasser nimmt ungefähr doppelt soviel Wärme auf als das Erdreich. Viele Körper erlangen durch die „strahlende Wärme" eine erheblich höhere Temperatur als die der umgebenden Luft; in den heissen Gegenden kann z. B. die Temperatur dunklen Sandes bis auf 80° C. steigen.

Die Wärme eines Ortes hängt in erster Linie von seiner geographischen Lage — niedere Breiten und Tieflage zeigen die höchsten Temperaturen —, sodann von seiner Bodenbeschaffenheit ab.

Regelmässige Temperaturschwankungen.

Die Erde strahlt die von der Sonne erhaltene Wärme in die Atmosphäre und in den — 270° C. kalten Weltenraum wieder hinaus und zwar um so mehr, je wärmer sie ist. Sie empfängt die meiste Wärme beim höchsten Stand der Sonne, also um Mittag, bezw. am 21. Juni. Kurz nach Mittag, in unsern Gegenden bis gegen 1½ Uhr, bezw. bis über die Mitte Juli hinaus ist jedoch die abgegebene Wärme noch geringer als die erhaltene, in Folge dessen steigt die Temperatur bis zu diesen Zeiten, um dann zu sinken. Nach Sonnenuntergang bekommt die Erde keine Wärme mehr, giebt aber die erhaltene ab, und zwar um so weniger, je kühler sie wird; es sinkt somit nachts die Temperatur langsam bis zum Sonnenaufgang. Sobald die Sonne sich erhoben hat, fliesst Wärme zu, die Temperatur steigt. Im Winter bekommt die Erde die geringste Wärme am 21. Dezember, die Sonne steht am niedrigsten, der Tag, d. h. die Dauer der Sonnenstrahlung ist am kürzesten. Von jenem Tage ab steigt die Sonne wieder; die Erde verliert indessen noch mehr Wärme, als sie erhält, bis gegen Ende Januar der

Gleichgewichtszustand, und damit die kälteste Zeit gekommen ist. Bei bedecktem Himmel ist die Ausstrahlung gering, die Nächte bezw. der Winter sind nicht so kalt. Bei klarem Himmel, bei geringem Feuchtigkeitsgehalt kann die Ausstrahlung so stark werden, dass ein Thermometer, welches am Tage + 35° und mehr gezeigt hat, in der Nacht bis 0° und darunter sinkt. Für den Wärmezustand eines Ortes ist daher nicht bloss die Lufttemperatur, sondern neben anderen später zu erwähnenden Faktoren auch die Intensität der Zu- und Abstrahlung von Belang.

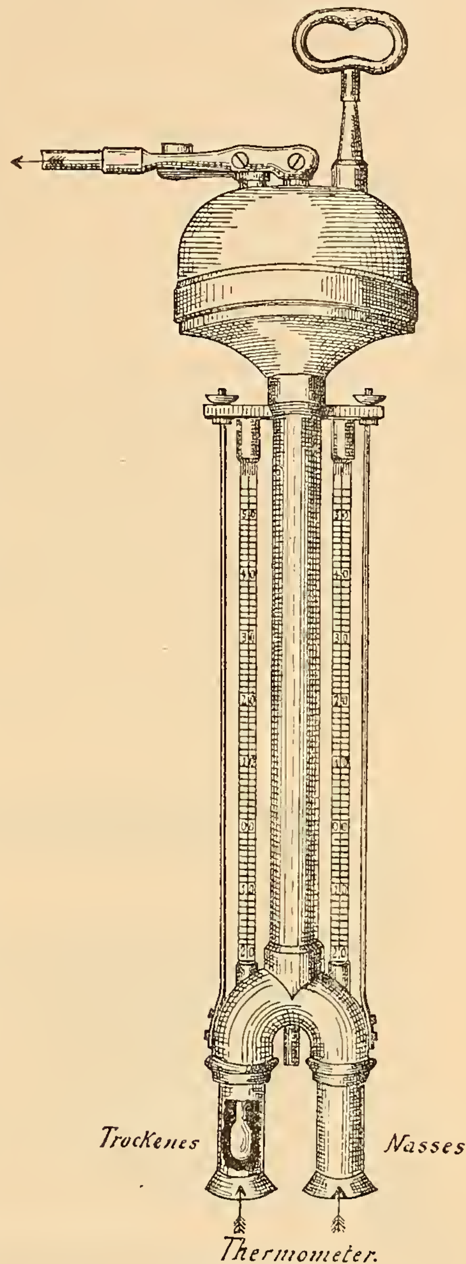


Fig. 6.
Aspirationsthermometer nach Assmann.

Tempera-turbestimmungen

Man erhält den besten Ueberblick über die Lufttemperatur eines Ortes, wenn man die Wärme in möglichst nahe zusammenliegenden Zeiten misst und die Resultate in eine Kurventafel einträgt oder die Temperatur durch ein selbstregistrirendes Thermometer aufzeichnen lässt. Auf diese Weise treten die Temperaturschwankungen, welchen anscheinend eine höhere gesundheitliche Bedeutung zukommt, gut zu Tage. Zur Bestimmung der mittleren Tageswärme liest man morgens 6, mittags 2 und abends 10

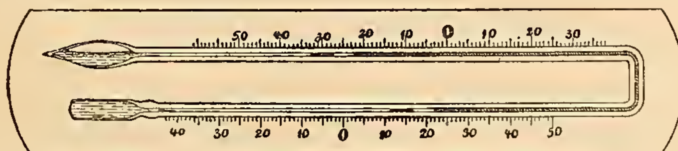


Fig. 7. Maximum- und Minimumthermometer.

Uhr das Thermometer ab und dividirt durch 3. Aus den Tagesmitteln berechnen sich die Monats- und weiter die Jahresmittel. Die Linien, welche die Orte gleicher Jahrestemperatur mit einander verbinden, heissen Isothermen, diejenigen, welche die Orte gleicher

Wintertemperatur verbinden, Isochimenen und die gleicher Sommertemperatur Isotheren. Schon engbegrenzte Einflüsse können die Temperatur eines Ortes wesentlich abändern.

Thermometer.

Zur Temperaturmessung dienen Quecksilber-, Alkohol- oder Metallthermometer. Bei der Bestimmung der Lufttemperatur ist darauf zu achten, dass nicht wärmestrahlende Gegenstände (Erdboden, von der Sonne beschienene Wände u. dergl.) die Instrumente beeinflussen. Am besten eignet sich das Assmann'sche Aspirationsthermometer. Die nasse und die trockene Kugel ist von einem Rohr umfasst, durch welches mittelst eines Uhrwerkes Luft hindurchgesogen wird (Fig. 6). Recht genaue Resultate erhält man auch durch das Seite 7 besprochene Schwingethermometer. Zur Bestimmung der Maxima und Minima benutzt man besondere Instrumente, unter welchen das Weingeistthermometer von Six und Bellani das gebräuchlichste ist. (Fig. 7.)

Die registrirenden Apparate sind so eingerichtet, dass die durch Weingeist vermittelte Ausdehnung einer Metallhülse auf eine Feder übertragen wird, welche auf einen gleichmässig rotirenden Cylinder schreibt. (Fig. 8.)

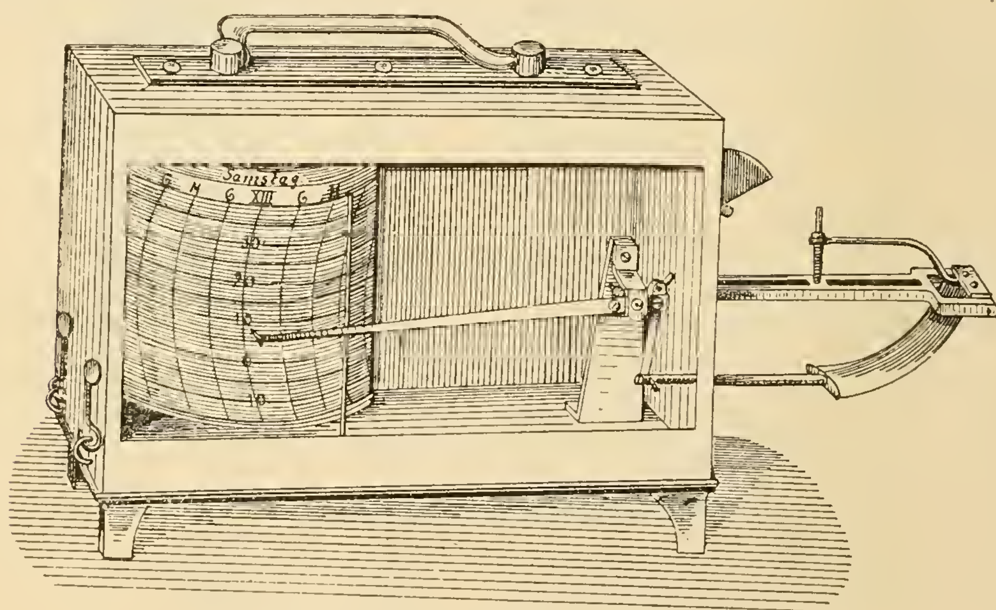


Fig. 8. Thermometrograph.

Die strahlende Wärme wird mit geschwärzten Vacuumthermometern gemessen; ihr Werth ist gleich der Differenz zwischen der von einem solchen und einem nahe dabei im Schatten aufgestellten Thermometer abgelesenen Temperatur.

b) **Der Luftdruck.**

Grösse des Luftdruckes

Am Ufer des Meeres hält die Luft einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe das Gleichgewicht. Bei zunehmender Erhebung über

das Meeresniveau nimmt der Barometerdruck ab, so dass er bei 1000 m 670, bei 2000 m 570, bei 3000 m 520 mm beträgt. Da nicht mehr als $^1/_5$ der Luft Sauerstoff ist, so beträgt der Partiärdruck des Sauerstoffs in diesen Höhen statt 152 mm $(=\frac{760}{5})$ nur 134, 114 und 104 mm Quecksilber. Verbindet man die Orte gleichen Luftdruckes mit einander, wobei die Höhen auf das Meeresniveau reducirt werden müssen, so entstehen die Linien

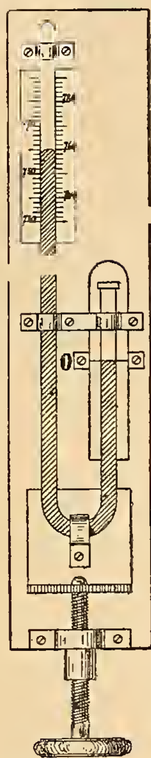


Fig. 9.

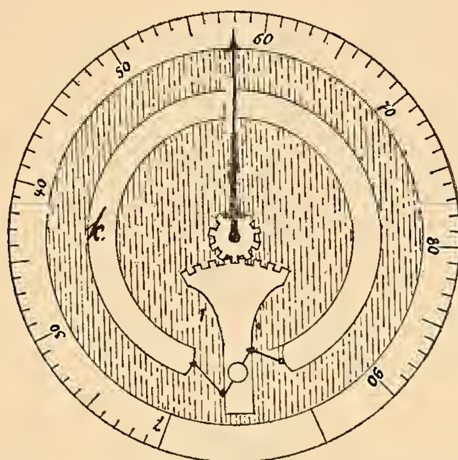


Fig. 10. Aneroidbarometer. k luftleere Kapsel.

Fig. 9. Quecksilberbarometer mit festem Nullpunkt, fester Scala und beweglichem Rohr.

gleichen Luftdruckes, die Isobaren. Da die Gase entsprechend dem Druck ausgedehnt oder zusammengepresst werden, so athmet der Mensch in grossen Höhen eine dünnere, in tiefen Bergwerksschachten eine concentrirtere Luft als in Meereshöhe. Die Schwankungen des Druckes haben einen erheblichen Einfluss auf den Wind und damit auf Witterung und Klima.

Die Grösse des Luftdruckes misst man durch Quecksilberbarometer unter Berücksichtigung der Temperatur; sie ist gleich der Differenz der Höhe des Quecksilberstandes in den beiden Schenkeln des Barometers. (Fig. 9.) Oder man lässt den Luftdruck auf eine luftleer gemachte Kapsel aus dünnem Metall einwirken, Aneroidbarometer; je grösser der Druck ist, um so mehr wird die Kapsel zusammengepresst; den Grad der Pressung zeigt ein über einer Scala schwebender Zeiger an. (Fig. 10.)

Seine Messung.

c) Der Wind.

Entstehung des Windes.

Luftbewegung entsteht durch Druckdifferenzen in dem Luftmeer; diese sind auf Temperaturunterschiede zurückzuführen. Die warme Luft dehnt sich aus, steigt auf und fliesst in den oberen Regionen über; die Luft in der Umgebung der warmen, leichten Luftsäule stürzt in das entstandene Minimum hinein. Auf ihrem Wege wird sie beeinflusst durch die Rotation der Erde und durch die örtlichen Bedingungen, entgegenstehende Erdmassen, in anderer Richtung fliessende Luftströme etc. Die Tropen zeichnen sich aus durch regelmässige Winde. In dem Calmengürtel steigt die stark erwärmte, feuchte Luft auf, lässt hierbei ihre Feuchtigkeit in starken Regengüssen niedergehen und fliesst oben nach Nord und Süd ab. Kommt die Luft in höhere Breiten, so erscheint dort der Südwind der nördlichen Halbkugel wegen der ihm vom Aequator, dem grössten Kreise, noch innewohnenden Centrifugalkraft als Südwestwind, der Nordwind der südlichen Halbkugel als Nordwestwind. Die unten auf das Minimum zufliessenden nördlichen, bezw. auf der südlichen Hemisphäre südlichen Luftströme werden wegen der grösseren Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde in den niederen Breiten als nordöstliche bezw. südöstliche Winde empfunden. An der Grenze der heissen und gemässigten Zone gelangen die abfliessenden Aequatorialwinde theilweise zur Erdoberfläche zurück, und durch das gegenseitige Verdrängen der warmen äquatorialen und der kalten polaren Luftströme, beeinflusst von den localen Verhältnissen, entstehen die wechselnden Winde, welche der Witterung der gemässigten Zonen das Gepräge aufdrücken.

Kraft und Schnelligkeit des Windes

Die Schnelligkeit der Winde richtet sich nach der Grösse der Druckdifferenz zwischen Maximun und Minimum und der Kürze der Wegstrecke zwischen beiden.

Die Kraft des Windes, sein Druck, ist abhängig von der Schnelligkeit und proportional dem Sinus des Winkels, unter welchem er die entgegenstehende Fläche trifft. Eine Luftbewegung von 0,5 m Schnelligkeit in der Secunde wird vom menschlichen Körper kaum empfunden. Der Druck eines solchen Windes (sin = 1) beträgt 0,15 kg auf den qm. Ein mässiger Wind mit einer Schnelligkeit von 3 m übt einen Druck von 1 kg, von 4—7 m einen Druck von 2—6 kg aus, ein starker Wind von 11—17 m einen Druck von 15—35, ein Sturm von 30 m Schnelligkeit einen solchen von 90 kg. Stürme mit grösserer Schnelligkeit und stärkerer Druckkraft heissen Orkane.

Die Schnelligkeit des Windes misst man mit dynamischen Anemometern, von welchen das Robinson'sche Schalenkreuz **Messung der Luftbewegung.**

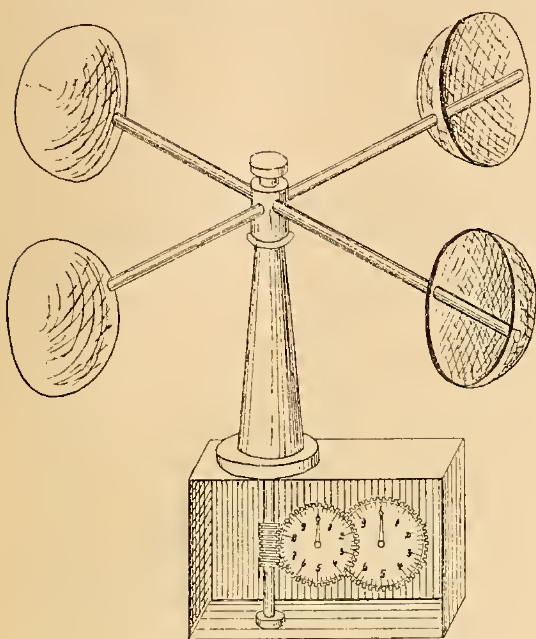


Fig. 11. Anemometer von Robinson.

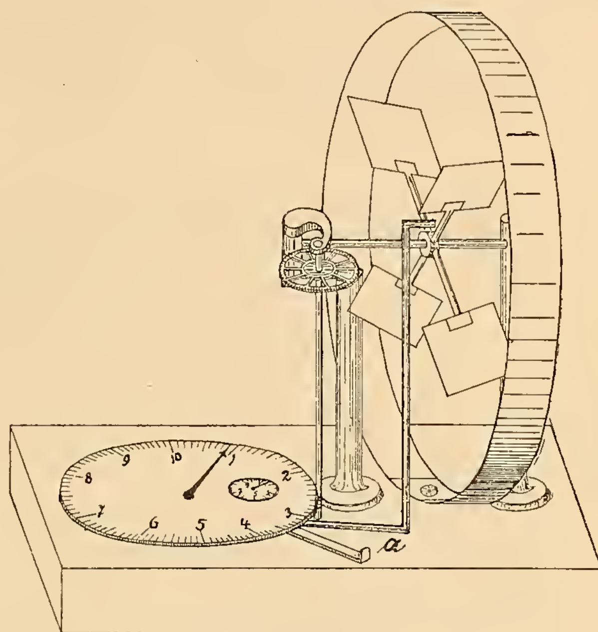


Fig. 12. Anemometer von Combes-Recknagel. a Winkelhebel zur Arretirung des Flügelrades.

(Fig. 11) am meisten benutzt wird. Schwache Luftströme bestimmt man mit dem Instrument von Combes-Recknagel. (Fig. 12.) Um eine Axe sind 4 Marienglasflügel angeordnet, welche, vom Luftstrom angeblasen, die Axe drehen. Durch eine Schraube ohne Ende werden die Umdrehungen der Axe einem Zählwerk übermittelt. Die Umdrehungszahl (n) multiplicirt mit der Zahl, welche den Reibungswiderstand (b) angiebt, unter Hinzufügung der Zahl für den Trägheitswiderstand (a), ergiebt die Secundenschnelligkeit (v) in Metern ($v = a + n\,b$). Der Druck des Windes wird aus der Schnelligkeit berechnet oder durch sta-

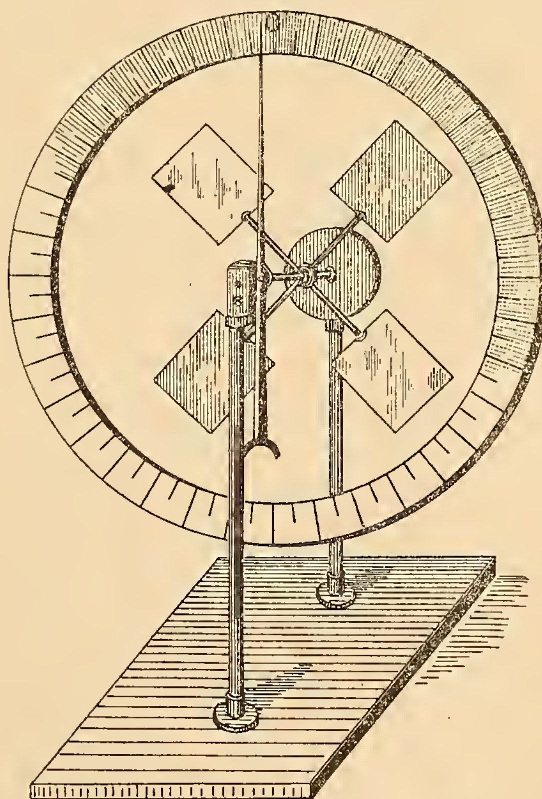


Fig. 13. Statisches Anemometer.

tische Anemometer geprüft. Bei letzteren wirkt der Wind auf die Flügel des Windrädchens, jedoch wird die vollständige Umdrehung der Axe durch eine Uhrfeder verhindert. Die Ablenkung des an der Axe befindlichen Zeigers ist um so stärker, je stärker der Winddruck ist.

III. Die gesundheitlichen Einflüsse der Luftbestandtheile.

a) Der Sauerstoff und das Ozon.

Verhältniss des Sauerstoffes zum Blute.

Von dem erwachsenen Menschen werden täglich gegen 600 Liter Sauerstoff im Gewicht von 900 g aufgenommen. Der Sauerstoff ist mit dem Hämoglobin chemisch verbunden. Vermehrte Zufuhr kann daher den Gehalt an Hämoglobinsauerstoff nicht steigern; die vom Blutplasma absorbirte Sauerstoffmenge hingegen erfährt bei stärkerem Druck eine entsprechende Erhöhung. Sinkt der Druck erheblich, etwa auf $^1/_2$ Atmosphäre, so wird die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Hämoglobin theilweise gelöst. Wird Luft eingeathmet, welche weniger als die normale Menge Sauerstoff enthält, so wird der Verarmung des Körpers an diesem Gas vorgebeugt durch tiefere und häufigere Athmung und vermehrte Herzthätigkeit. Enthält jedoch die Luft unter 11 $^0/_0$ Sauerstoff, so treten Athembeschwerden ein, bei 7 $^0/_0$ erfolgt der Tod. Derartig starke Abminderungen des Sauerstoffs kommen vor beim Aufstieg in grosse Höhen (Bergbesteigungen und Ballonfahrten).

Die Bergkrankheit.

Die Bergkrankheit (Puna) macht sich zunächst bei Arbeitsleistung (Steigen) in grosser Höhe bemerkbar durch starke Ermüdung, Herzklopfen, Kurzathmigkeit, Uebelkeit und Kopfschmerz; erhebliche Leistungsunfähigkeit, Bewusstlosigkeit, Nasen- und Lungenblutungen können folgen. Bei zweckentsprechendem Regime, vor allem bei Ruhe schwinden die Erscheinungen sehr rasch. Durch Hebung des Pulses, Vermehrung und Vertiefung der Athmung und eine erhebliche Zunahme der cirkulirenden rothen Blutkörperchen wird der Sauerstoffmangel ausgeglichen, zunächst für den Zustand der Ruhe, später auch für angestrengte Arbeit; mit der Zeit werden die compensatorischen Aushülfen habituell, womit eine Angewöhnung an den verminderten Sauerstoff und den verminderten Druck, eine Acclimatisation an die Höhe eingetreten ist. Die Erscheinungen der Puna beruhen auf Sauerstoffmangel. Die

Arbeitsleistung ist eine grosse; daher ist mehr Sauerstoff zur Oxydation erforderlich, welcher aber in grossen Höhen wesentlich, bei 3500 m z. B. schon um $^1/_3$, vermindert ist. Hinzu tritt die Einwirkung der kühlen, bewegten, wasserarmen Luft und die starke Sonnenstrahlung, alles Momente, welche Oxydationen begünstigen.

Versuche haben ergeben, dass Einathmung reinen Sauerstoffs die Symptome der Bergkrankheit zum Schwinden bringt. Bei Ballonfahrten kommt zu dem Mangel an Sauerstoff die Einwirkung der raschen Druckverminderung hinzu (siehe Luftdruck). Es fehlt aber die körperliche starke Anstrengung; in Folge dessen macht sich der Sauerstoffmangel erst in viel beträchtlicheren Höhen bemerkbar.

Das Ozon ist zweifellos ein kräftig oxydirender Körper, jedoch ist es nicht im Stande, in der Verdünnung, in welcher es sich in der Atmosphäre findet, einen zerstörenden Einfluss auf die Krankheitserreger auszuüben; ebenso wenig ist es auf das Befinden des Menschen von Einfluss. Die Anwesenheit von Ozon beweist nichts anderes, als dass leicht oxydirbare Substanzen, und zu diesen gehören die vom Menschen ausgeschiedenen event. schädlichen Producte, in der Luft nicht vorhanden sind.

b) Die Kohlensäure und die organischen Substanzen.

Durchschnittlich werden täglich von einem Erwachsenen bei mittlerer Kost und Arbeit 1000 g oder 550 l Kohlensäure ausgeschieden. Das arterielle Blut enthält 27 bis 45, das venöse 45 bis 52 % CO_2.

Schädlichkeit der Kohlensäure.

Eine gesundheitliche Schädigung durch Einathmen von Kohlensäure tritt bei genügender Zufuhr von Sauerstoff erst ein, wenn der Gehalt an Kohlensäure der Einathmungsluft über 4 % liegt. (S. Tabelle Kap. Gewerbehygiene. D.) Noch bei 1 % CO_2 in der Luft lässt sich ungestört stundenlang arbeiten. Bei mehr als 15 % des Gases kann der Tod sehr rasch, sogar momentan eintreten. Alte, lange verschlossen gewesene Brunnen, Keller, Grüfte etc. sollen nicht eher betreten werden, bis ein Licht darin mit nicht russender Flamme brennt. Ein Licht erlischt bei 2,2 % CO_2, wenn die CO_2 unter Verbrauch des in der Luft enthaltenen O entstanden ist, bei 7,4 %, wenn die CO_2 der Luft hinzugefügt, also noch der volle Luftsauerstoff vorhanden ist. Man entfernt die Kohlensäure durch Ventilation oder lässt sie durch Kalkhydrat absorbiren.

Die organischen Substanzen.

Vielfach treten Uebelbefinden, Kopfschmerz, sogar Ohnmacht ein, wenn eine Luft geathmet wird, in welcher viel durch Ausathmung der Menschen erzeugte Kohlensäure vorhanden ist. Bei längerem oder oft wiederholtem Aufenthalt in schlechter Luft zeigt sich eine gewisse Widerstandslosigkeit gegen schädigende Einflüsse verschiedenster Art. Die Kohlensäure selbst ist hierzu nicht die Veranlassung, dazu ist ihre Menge zu gering. Vielleicht sind es die organischen Substanzen, welche durch Exspiration und Perspiration entstehen; allerdings haben Nachuntersuchungen ergeben, dass das „Anthropotoxin“ Brown-Séquards nicht existirt. Andererseits ist langes Sitzen, grosse Hitze, enge Kleidung, Idiosynkrasie gegen Riechstoffe sehr wohl im Stande, Uebelbefinden zu erzeugen.

Pettenkofer machte darauf aufmerksam, dass die organischen gasigen Ausscheidungsproducte, die Temperaturerhöhung und das im menschengefüllten Raum auftretende Unbehagen in einem gewissen Parallelismus zur Kohlensäure stehen, und dass eine Luft bei empfindlichen Personen schon Geruchsempfindungen bewirkt, wenn sie 0,7 ‰ Ausathmungskohlensäure enthält, dass die Luft unangenehm empfunden wird, wenn 1,0 ‰ dieser CO_2 darin vorhanden ist.

Er stellt daher mit gutem Recht die Forderung: in einem zu längerem Aufenthalt bestimmten Zimmer soll sich nicht mehr als 1 ‰ Ausathmungskohlensäure finden. Durch die Ventilation können wir dieser Anforderung gerecht werden.

c) Die Luftfeuchtigkeit.

Luftfeuchtigkeit in ihrer Einwirkung auf leblose Wesen

Luft, welche nicht mit Feuchtigkeit gesättigt ist, sucht entsprechend ihrem Sättigungsdeficit den Gegenständen, mit welchen sie in Berührung kommt, Wasser zu entziehen. Wir nennen und empfinden eine Luft trocken, nicht wenn sie absolut oder relativ wenig Feuchtigkeit enthält, sondern wenn die Menge Feuchtigkeit, welche sie noch aufzunehmen vermag bis zur Sättigung, eine grosse ist, d. h. wenn ihr Sättigungsdeficit gross ist. Die Wichtigkeit des Sättigungsdeficits für die Austrocknung ist hauptsächlich von Flügge betont worden. Trockne Luft, d. h. ein hohes Sättigungsdeficit, bedingt vermehrte Staubbildung und hat die Schädigungen, welche mit der Inhalation des Staubes verbunden sind, zur Folge; andererseits wirkt sie störend und zerstörend auf die Infectionserreger. Da grössere Trockenheit gewöhnlich mit heiterem Himmel vereint ist, addirt sich die desinficirende Kraft der Trockenheit und des Lichtes.

Die Trockenheit der oberen Bodenschichten, der Wohnungen, der Kleidung, wofür das Sättigungsdeficit ausschlaggebend ist, sie alle sind von vielfacher und grosser hygienischer Bedeutung.

Bis zu einer bestimmten Grenze folgt auch der lebende Organismus in seiner Wasserdampfabgabe der angegebenen Regel. Die Körperoberfläche giebt durch die Haut unter gewissen Bedingungen Feuchtigkeit ab wie leblose Gegenstände, andererseits aber wird die Wasserabgabe ganz erheblich durch im Organismus liegende, also physiologische Ursachen beeinflusst. auf lebende Wesen.

Im Koth und Urin werden von einem erwachsenen Menschen täglich etwa 1500 ccm Wasser abgegeben; ausserdem werden durch die Lunge gegen 300, durch die Haut gegen 600 ccm Wasser ausgeschieden. Die Abgabe durch die Epidermis hindurch ist gering — eine Leiche verliert in 24 Stunden nur 40 ccm Wasser —, der Hauptantheil entfällt auf die Schweissdrüsen; meistens verdunstet das zu Tage tretende Wasser, ohne dass es zur sichtbaren Schweissbildung kommt. Im Winter geben wir bei der Erwärmung der Athmungsluft von niederen Graden auf etwa 33° C. mehr Feuchtigkeit von den Athmungswegen ab, als im Sommer, wo die Luft nur von etwa 20° auf 37° erwärmt und mit Feuchtigkeit gesättigt wird. Das Gefühl der Trockenheit, welches im Winter fehlt, im Sommer vorhanden ist, kann also nur auf der Wasserverdunstung durch die Haut beruhen.

Die Wasserdampfausscheidung des lebenden Organismus wird nach den sehr exacten Untersuchungen Rubners in hervorragender Weise durch die Bedürfnisse der Wärmeregulation beeinflusst.

Bei gleich bleibender mittlerer Temperatur und wechselnder relativer Feuchtigkeit steigt und sinkt beim hungernden und normal gefütterten Thier die Wasserabgabe durch Haut und Lungen umgekehrt mit der relativen Feuchtigkeit; bei Uebverernährung indessen, wenn die physikalische Wärmeregulation in Thätigkeit tritt, vermag erhöhte Luftfeuchtigkeit die Wasserdampfabgabe zwar einzuschränken, indessen erheblich weniger als beim nicht überfütterten Thier. Bei mittlerer Ernährung und bei wechselnder relativer Feuchtigkeit.

Anscheinend liegt bei etwa 15° ein Minimum der Wasserabgabe. Bei steigender Temperatur nimmt die Wasserausscheidung dann zu, aber in geringerem Grade; erst höhere Temperaturen — 30° — haben eine kräftige Wirkung. Hierbei ist wiederum die Grösse der Wasserausscheidung in erster Linie bedingt durch die Erfordernisse der Wärmeregulation, denn Nahrungszufuhr steigert bei höheren Temperaturen (25—30°) die Wasserdampf- Bei steigender Temperatur. Bei starker Nahrungszufuhr und Arbeit.

abgabe sehr erheblich; bei niedrigen und mittleren Temperaturen (bis 15⁰) wird die Wasserdampfabgabe durch überreiche Nahrungszufuhr nur wenig beeinflusst, weil bei diesen Temperaturen die überschüssige Wärme noch durch Leitung und Strahlung abgeführt werden kann; häufiger Wechsel in der Lagerung, Ausspreizen der Gliedmassen und die in Folge des vermehrten Blutandranges zur Haut erhöhte Hauttemperatur bewirken diese vermehrte Abgabe. Bei 30⁰ aber ist der Körper schon auf das Maximum der Abgabe der Wärme durch Leitung und Strahlung eingestellt, und nun kommt die Wasserverdunstung als letzter, rettender Factor hinzu.

Was von der Nahrungszufuhr gesagt ist, gilt in erhöhtem Masse von der Arbeitsleistung. Auch hier ist für die Wasserabgabe die Wärmeregulation in erster Linie und nicht die grössere oder geringere Luftfeuchtigkeit entscheidend.

Um über die Wasserdampfabgabe ein Bild zu erhalten, mögen folgende in der Respirationskammer erhaltene Daten dienen: ein 70 Kilo schwerer Mann gab ab im Schlaf bei einer Temperatur von 20,1⁰ 49.5 g, in Ruhe bei 22,5⁰ 42 g, bei starker Arbeit und 16⁰ Temperatur 114 g (Wolpert).

Bei Bekleidung.

Die Bekleidung behindert die Wärmeleitung und -Strahlung des Körpers. Ihre Wirkung ist der einer Temperaturerhöhung gleich, sie bewirkt also ein früheres Hervortreten der physikalischen Wärmeregulation durch Wasserverdunstung und lässt daher den Einfluss von Ernährung und Arbeit auf jene schon relativ früh zur Geltung kommen.

In unseren Breiten treten bei mittleren Temperaturen und mittleren Feuchtigkeitsgehalten (30—70%) Störungen in der Wärmeregulation nicht auf; dahingegen können bei höheren Temperaturen und starkem Wassergehalt in geschlossenen Räumen (Concertsälen u. s. w.) unangenehme Sensationen als Zeichen des Beginns von Wärmestörungen vorkommen.

Der Verlust an Wasser und das Durstgefühl.

Der Körper besteht zu etwa 59% aus Wasser. Es bildet einen integrirenden Bestandtheil der Zellen und Säfte und kann nicht entbehrt werden. Bei einer Temperatur von ca. 15⁰ und einem relativen Feuchtigkeitsgehalt von etwa 40% verliert ein erwachsener Mensch im Ruhezustand etwa 1,3% seines Körpergewichtes durch Wasserverdunstung; bei starker Arbeit oder an heissen Sommertagen steigt dieser Verlust bis zu 4,8%. Bei Versuchs-Tauben trat der Tod ein, als $^1/_5$ des gesammten Wassers verausgabt war. Durch die auf irgend eine Weise (z. B. trockne starke Winde, Durchfälle, Blutverluste etc.) bewirkte Abgabe

von Wasser seitens des Körpers entsteht der Durst, welcher im Munde und Rachen empfunden wird.

Das Durstgefühl tritt gleichfalls auf, sofern die erwähnten Stellen allein intensiverer Austrocknung ausgesetzt sind, was bei behinderter Nasenathmung, bei langem Sprechen etc. statthat. Das Anfeuchten der Durst empfindenden Theile lässt das Durstgefühl völlig oder vorübergehend schwinden.

Luftfeuchtigkeit in Beziehung zur Wärme-Bildung und -Abgabe.

Die Luftfeuchtigkeit beeinflusst die Gesammtwärmebildung und somit die Zersetzung von Körpereiweiss und Fett nicht, jedoch wohl die Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung. Bei mittlerer Temperatur (10—20°) und 25—50% relativer Feuchtigkeit nimmt die Abgabe durch Leitung und Strahlung für 1% relativer Feuchtigkeit um etwa 0,32% ihres Werthes zu, aber die Abgabe von Wärme durch Wasserverdunstung vermindert sich fast genau um denselben Betrag. Je trockner ferner die Luft ist, um so weniger Wärme wird durch Strahlung und Leitung verloren; dahingegen wird nun unter sonst gleichen Bedingungen fast genau so viel Wärme durch die regere Wasserverdunstung abgegeben.

Kalte feuchte Luft kühlt wegen der vermehrten Leitung und Strahlung viel mehr aus als trockne Luft von derselben Temperatur. Warme feuchte Luft bewirkt, weil Leitung, Strahlung und Wasserverdunstung behindert sind, das Gefühl der Schwüle und giebt Veranlassung zur Wärmestauung, während warme trockne Luft durch die rasche Wasserverdunstung eine Anhäufung der Wärme nicht aufkommen lässt.

Luftfeuchtigkeit in Beziehung zur Lufttemperatur.

Die Luftfeuchtigkeit wirkt auch indirect auf das Wohlbefinden der Menschen ein. Die in freier Atmosphäre enthaltenen Wasserdünste absorbiren sowohl die von der Sonne kommenden als die von der Erde zurückkehrenden Wärmestrahlen; daher sind die Temperaturschwankungen in Gegenden mit feuchter Luft geringer als in Gegenden, wo die Luft wenig Wasserdunst enthält.

Die Niederschläge.

Die Niederschläge, Regen und Schnee, welche für Norddeutschland etwa 610, Mitteldeutschland 640, Süddeutschland 820 mm betragen, sind hygienisch insofern von Belang, als sie die Kleidung und die Mauern der Wohnungen benässen und damit durch Leitung und Wasserverdunstung grosse Wärmeverluste bedingen, also zu Erkältungen Anlass geben können. Ferner bilden die Niederschläge einen Theil der Witterung und des Klimas, sodann helfen sie das Grundwasser bilden und sind von grösstem Belang für die Feuchtigkeit der oberen Bodenschichten und der dort sich abspielenden Processe des Werdens

und Vergehens. Indem der fallende Schnee und Regen die Luft von dem in ihr enthaltenen Staub einschliesslich der Mikroorganismen reinigen, sind die ersten Niederschläge oft in erheblichem Grade verschmutzt.

d) Die corpusculären Bestandtheile der Atmosphäre.

In der freien Atmosphäre ist selten so viel Staub enthalten, dass gesundheitliche Schädigungen durch ihn entstehen; dahingegen kann der Staub mancher Gewerbe solche veranlassen. (Siehe Kap. Gewerbehygiene.)

Luftfilter. Kommt es darauf an, die Luft staubfrei zu machen, z. B. für ihre Einführung in Heizanlagen oder für die Ventilation, so filtrirt man sie durch lose auf Rahmen geschichtete Watte oder durch Filtertücher. Möller hat derartige Tücher hergestellt, welche taschenartig aufgehängt eine sehr grosse Filterfläche darbieten (Fig. 14). Der die filtrirenden Flächen in sehr spitzem Winkel treffende Luftstrom wird genügend verlangsamt, um den gröberen Schmutz abzulagern; keimdicht sind die Filter jedoch nicht.

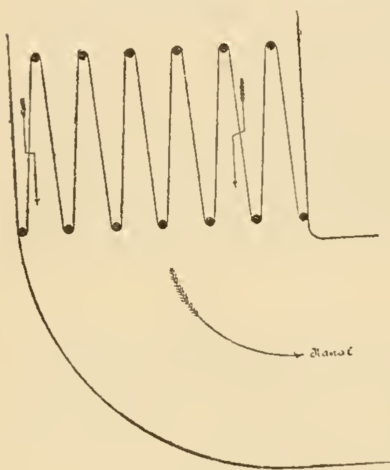


Fig. 14. Luftfilter von Möller in einem Frischluftkanal.

Die Bacterien der Luft. Die saprophytischen Bacterien der Luft sind im allgemeinen belanglos. Sie bleiben in den oberen Athemwegen haften oder gehen in der gesunden Lunge bald zu Grunde.

Krankheiterregende Bacterien hat man bis jetzt in der freien Atmosphäre nicht gefunden, auch ist anzunehmen, dass nur ausnahmsweise Krankheiten durch Bacterien der freien Luft vermittelt werden; dagegen hat man pathogene Keime in der Zimmerluft und in dem Zimmerstaub nachweisen können. Sie schweben entweder frei in der Luft oder sind an feinste Stäubchen oder an feinste Tröpfchen, welche durch Hustenstösse, Niesen, Räuspern, lautes Sprechen entstehen, angeklebt. Infectionen durch die Zimmerluft werden verhütet durch Vorsorge, dass Krankheitserreger nicht in die Luft hineingebracht werden, sodann durch ausgiebige Lüftung, feuchte Reinigung und zweckdienliche Desinfection.

Die Erreger der exanthematischen Krankheiten und der Malaria. Unter den in der Luft enthaltenen thierischen Wesen scheint es einige zu geben, welche gesundheitlich nicht belanglos sind. Man darf mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen,

dass die Erreger der exanthematischen Krankheiten Angehörige des Protistenreiches sind; und die Epidemiologie lehrt, dass gerade diese Krankheiten durch die Luft übertragen werden können.

Beispiele für die Uebermittelung von Krankheiten auf dem Luftwege bieten fast ausschliesslich die Pockenhäuser. Von dem Hospital Lariboisière in Paris konnte man nachweisen, dass in seiner Nähe die meisten Pockenfälle vorkamen, und zwar waren die Häuser, welche in der Hauptwindrichtung unterhalb des Pockenspitals lagen, erheblich mehr afficiert als die Häuser der anderen Windrichtungen. In Sheffield waren in einer Entfernung vom Pockenhaus bis zu 1000 engl Fuss 1,75 % der Häuser, von 1000—2000 Fuss 0,5 %, von 2000—3000 Fuss 0,14 %, von 3000—4000 Fuss 0,05 %, sonst 0,02 % von Pocken befallen. Diese Angaben lehren, dass man die Seuchenhäuser ausserhalb der Städte anlegen soll.

Auch von der Malaria, welche sicher auf kleinen Amöben beruht, ist die Uebertragung durch die Luft behauptet.

IV. Die gesundheitlichen Einflüsse des Druckes der Atmosphäre.

Mit einem Gewicht von rund 20 000 kg ruht die Luftsäule auf dem erwachsenen Menschen, dessen Körperoberfläche 2 qm beträgt, und den in seinem Blut, seinen Gewebesäften enthaltenen Gasen. Dieser Druck wird nicht empfunden, da er von allen Seiten kommt und der Körper incompressibel ist.

a) Verminderter Luftdruck. Wird der Luftdruck vermindert, z. B. beim Aufstieg in grosse Höhen, so nehmen entsprechend dem verminderten Druck die Luftbestandtheile einen grösseren Raum ein, die Luft wird verdünnt; hierdurch wird ihr Sauerstoffgehalt herabgesetzt, und man athmet auf einer Höhe von 3500 m, wo der Luftdruck auf $^2|_3$ gesunken ist, mit jedem Athemzug nur $^2/_3$ des Sauerstoffs ein, welcher in der Ebene eingeathmet wird. Zugleich nimmt die elastische Spannung des Lungengewebes bei vermindertem Druck zu; infolgedessen ist die Lungenausdehnung zunächst eine geringere, wodurch wiederum die Sauerstoffaufnahme verkleinert wird und das Körpervenensystem stärker gefüllt ist. Die Erscheinungen, welche durch verminderte Sauerstoffzufuhr verursacht werden, sind bereits besprochen.

Wirkung auf Blutgase.

Der verminderte Luftdruck wirkt auf die Blutgase. Bei langsamem Aufstieg entweichen sie unbemerkt und ohne Störungen. Bei raschem Aufstieg können sie in Bläschenform auftreten und zu akuten Verstopfungen für das Leben bedeutsamer Capillarbezirke, Lungen, Centralnervenorgane, oder zur Ansammlung von Luft im Herzen führen, worauf dann Herzparalyse eintritt. Man darf wahrscheinlich den raschen Tod einiger Luftschiffer in grossen Höhen darauf zurückführen.

Vermehrter Gasgehalt.

b) Erhöhter Luftdruck. Bei gesteigertem Druck wird zunächst der Lunge mehr Sauerstoff zugeführt. Das Hämoglobin vermag, wie Seite 16 erwähnt ist, keinen Gebrauch davon zu machen. Dahingegen kann dem Druck entsprechend das Blutplasma mehr O und N aufnehmen. Der Kohlensäuregehalt des Blutes steigt wegen der geringen in der Luft vorhandenen Menge dieses Gases nicht an. Der vermehrte Gasgehalt des Blutes ist von Wichtigkeit bei einem um mehrere Atmosphären gesteigerten Druck, wie er bei Taucherarbeiten in den sog. Caissons vorkommt. In die unter Wasser versenkten Eisenkästen wird Luft hineingedrückt. Die Leute müssen in der comprimirten Luft, welche sehr warm und durch die Athmung und Beleuchtung verdorben ist, angestrengt arbeiten; die Schweisssecretion ist stark, es tritt leicht Ermüdung ein, das Tastgefühl ist herabgesetzt, die Athemzüge werden erheblich gemindert, aber vertieft, häufig macht sich Kopfschmerz bemerkbar, bei Rachenkatarrh und begleitendem Verschluss der Tub. Eustachii wird das Trommelfell nach innen gedrückt und Ohrschmerz erzeugt; grössere Schädigungen aber treten durch den verstärkten Druck nicht auf. Sie können sich ereignen beim raschen Nachlass des Druckes durch den Austritt von Gasbläschen aus dem Blut und die Verlegung wichtiger Capillarbezirke; hierbei sind ausser heftigen lancinirenden Schmerzen in den Extremitäten und Oppressionserscheinungen vorübergehende oder bleibende Lähmungen oder — und zwar häufig — der Tod die Folge.

Taucherarbeiten.

Die Arbeitsschichten sollen daher kurz sein (bei drei Atmosphären drei Stunden); die Arbeit soll möglichst nicht unter 35 m Wassertiefe vorgenommen werden, und sind für den Druckausgleich für jede zehntel Atmosphäre zwei Minuten (für drei Atmosphären also eine Stunde) innezuhalten; ausserdem soll für Arbeiten über zwei Atmosphären eine Recompressionsschleuse vorhanden sein, welche das beste Remedium darstellt.

Seit Anwendung der Elektricität ist die Luftverschlechterung durch die Beleuchtung aufgehoben; andererseits hat man gelernt, die Caissons vielfach durch andere Methoden, z. B. Gefrierschächte, zu ersetzen.

Die geringen Druckdifferenzen, welche an der Erdoberfläche in Meereshöhe höchstens 40 mm betragen, üben einen directen Einfluss auf das Wohlbefinden des Menschen nicht aus, aber sie beeinflussen wesentlich die Witterung, sind also indirect von Wichtigkeit.

c) Wind. Hygienisch am belangreichsten ist der durch den Wind bewirkte Wärmetransport. Der Wind ist oft für die Wärmehaltung von grösserer Wichtigkeit als die Lufttemperatur oder die Luftfeuchtigkeit. Grosse Kälte wird bei ruhender Luft leicht ertragen; bei bewegter Luft indessen kann sie verderblich werden. Man bekommt von der wirklichen Temperatur eines Ortes, d. h. von der erforderlichen Wärmeregulation des Menschen an einer bestimmten Oertlichkeit ein ganz falsches Bild, wenn man nur das Luftthermometer betrachtet; Wind, Luftfeuchtigkeit, Bodenart und -gestaltung und Höhenlage sind neben der Lufttemperatur die bestimmenden Factoren.

Eine mässige Luftbewegung wirkt erfrischend, den Stoffumsatz anregend. Austrocknende Wirkungen besitzt jeder Wind. Der entstandene Staub wird fortgeführt und kann schädliche Wirkungen ausüben oder doch belästigen. Mit Recht sind die Wüstenwinde wegen ihres hohen Stättigungsdeficits und ihrer starken Austrocknung gefürchtet.

V. Die gesundheitlichen Einflüsse der Temperatur.

A. Die Wärmeregulation.

Die Temperatur übt einen wesentlichen Einfluss aus auf die Wärmeregulation des Organismus. Von vornherein sei betont, dass hierbei nicht nur die mit dem Schattenthermometer gemessene Temperatur, sondern auch die directe Wärme der Sonnenstrahlen und die von den Gegenständen abgestrahlte Wärme in Betracht kommen. Der starke Einfluss des Windes und der Luftfeuchtigkeit ist bereits erwähnt worden.

Der Körper des Warmblüters hält seine Eigenwärme bei den verschiedensten Temperaturen auf gleicher Höhe. Das geschieht entweder durch erhöhte oder verminderte Erzeugung von Wärme oder durch grössere bezw. geringere Abgabe von Wärme.

Erzeugung der Körperwärme, chemische Wärmeregulation.

Die Körperwärme wird erzeugt durch die Verbrennung von Körpersubstanz oder von aufgenommener Nahrung. Da die Körpergewebe aus der Nahrung aufgebaut werden, so ist letztere die eigentliche Wärmequelle. Die Wärmespender in der Nahrung sind Fett, Eiweiss und Kohlenhydrate. Ein g Eiweiss liefert 4,1, ein g Kohlenhydrate 4,1, ein g Fett 9,4 Kalorien. Die Zerlegung dieser Stoffe zum Zwecke der Wärmebildung findet in den Körperzellen und zwar hauptsächlich auf den in nervösen Bahnen laufenden Reiz der äusseren Temperatur hin in den Muskeln und auch in den Drüsen statt. Sind in Folge der Nahrungszufuhr die Drüsen in lebhafter Thätigkeit, so erzeugen sie viel Wärme und nehmen somit den Muskeln einen beträchtlichen Theil der Wärmeproduction ab und zwar bei 0° ungefähr die halbe, bei hoher Aussentemperatur die ganze Leistung. Die Wärmebildung in den Muskeln, die sog. „chemische Wärmeregulation" (Voit), wird gewöhnlich nicht empfunden, nur bei höheren Kältegraden tritt sie als unwillkürliche Muskelbewegung, als „Zittern", in die Erscheinung. Willkürliche Muskelbewegung, also Arbeit, steigert ebenso wie reichliche Nahrungszufuhr (insonderlich Eiweissnahrung) die Wärmebildung. Ein Erwachsener erzeugt durchschnittlich täglich bei Ruhe 2300, bei mittlerer Arbeit 2800, bei schwerer 3400 Kalorien. Eine Arbeitsleistung von 1500 Kilogrammmeter in der Stunde beansprucht 35,4 Kalorien, ihr entsprechen 50 g ausgeschiedener Kohlensäure.

Temperaturerniedrigung hat eine Vermehrung, Temperaturerhöhung eine Verminderung der Wärmebildung in den Muskeln von Versuchsthieren zur Folge; dass jedoch beim Menschen diese Factoren auf die chemische Wärmeregulation grösseren Einfluss haben, ist nicht wahrscheinlich, da der Sauerstoffverbrauch unter den verschiedensten Temperaturen ungefähr der gleiche ist.

Abgabe der Wärme, physikalische Wärmeregulation.

Bei hoher Lufttemperatur, bei überreicher Ernährung oder angestrengter Arbeit wird mehr Wärme gebildet, als zur Erhaltung einer Körpertemperatur von 37° C. erforderlich ist. Die Entwärmungseinrichtungen müssen also so beschaffen sein, dass sie gestatten, auch die überflüssige Wärme abfliessen zu lassen, um so den gefährlichen Folgen der Ueberhitzung vorzubeugen. Zur Entwärmung dient die „physikalische Wärmeregulation" (Rubner).

Die Wärme wird abgegeben durch Leitung und Strahlung und durch Wasserverdunstung.

Je grösser die Temperaturdifferenz zwischen Körper und

Luft, und je grösser die relative Luftfeuchtigkeit ist, um so mehr Wärme verschwindet durch Leitung. Die am Körper und in den Athemwegen erwärmte Luft steigt nach oben oder wird vom Luftzuge mit fortgenommen, es geht also Wärme verloren durch den „Wärmetransport“, und neue kühle Luft tritt an den Körper heran. Hierauf beruht z. Th. die kühlende Wirkung bewegter Luft (Wind, Fächeln); bei ruhender Luft, z. B. im geschlossenen Raum, ist die Abgabe durch Leitung gering, dagegen kann dort durch Strahlung sehr viel Wärme abgegeben werden, wenn die den Raum abschliessenden Wände kühl und gut wärmeleitend sind.

Die Abstrahlung von der Haut hängt ab von der Eigenart der bestrahlten Gegenstände und der Temperaturdifferenz. Es sei daran erinnert, dass trockne Luft sich durchlässig gegen Wärmestrahlen verhält, also durch Strahlung nicht erwärmt wird. Auch wird beim Menschen die Abstrahlung durch die Kleidung wesentlich beschränkt.

Die Wärmeabgabe durch Wasserverdunstung ist, wenn es darauf ankommt überschüssige Wärme abzugeben, der stärkste regulatorische Factor. Zur Umwandlung von 1 g Wasser von 37° C. in Wasserdampf von 37° C. ist 0,6 Kalorie erforderlich. Da durchschnittlich ungefähr 900 g Wasser durch Lungenathmung und Hautperspiration abgegeben werden, so werden 540 Kalorien = 25 % der vom ruhenden Körper gebildeten Wärme hierdurch allein entfernt. Je mehr Wärme durch Leitung und Strahlung abgeführt wird, um so weniger braucht durch Verdunstung fortgeschafft zu werden.

Von der Lunge aus wird die Wärme durch Wasserverdunstung und durch die Erwärmung der Athemluft abgegeben. Die Wärmeemission durch die Erwärmung der aufgenommenen Nahrungsmittel ist gering. Die gesammte Wärmeabgabe durch die Haut, die Lungen und die Nahrungsaufnahme verhält sich ungefähr wie 87 : 11 : 2.

Nach Rubner gab ein bekleideter, 80 Kilo schwerer, leicht arbeitender Mann von 2,243 qm Körperoberfläche die in 24 Stunden erzeugten 2700 Kalorien in folgender Weise wieder ab: durch Erwärmung der Athemluft 35, der Kost 42, durch Strahlung 1181, durch Leitung 833, durch Arbeit 51, durch Wasserverdunstung 558 Kalorien.

Regulirung der Wärmeabgabe.

Die Wärmeemission kann regulirt werden 1. durch Vermehrung oder Verminderung der Athemgrösse; beim Menschen kommt dieser Factor weniger, bei nicht schwitzenden, warmblütigen Thieren sehr in Betracht; 2. durch die Vergrösserung

oder Verkleinerung der Körperoberfläche; je kleiner im Verhältniss zum Inhalt die Oberfläche ist, um so geringer ist die Entwärmung. In der Kälte ballt man die Hand zur Faust, legt die Beine übereinander, während in der Wärme die Gliedmassen gespreizt werden. Kinder geben wegen ihrer im Vergleich zum Körperinhalt sehr grossen Oberfläche mehr Wärme ab als Erwachsene; dem entsprechend ist ihre Wärmeproduction grösser: der Säugling erzeugt täglich pro kg 91, ein $2^{1}/_{2}$jähriges Kind 81, ein 14jähriges Kind 52, ein arbeitender Erwachsener 41, ein ruhender Erwachsener 35 Kalorien. Dagegen ist die pro qm Oberfläche stattfindende Entwärmung bei einem Kind und Erwachsenen gleich, sie beträgt täglich ungefähr 1300 Kalorien; 3. durch die vermehrte oder verminderte Blutfülle der Hautgefässe und die damit in Verbindung stehende Schweisssecretion; durch erstere wird vermehrte oder vergeringerte Strahlung und Leitung, durch letztere verstärkte oder vergeringerte Wasserverdunstung bewirkt (siehe auch Seite 19).

Die erwähnten Einrichtungen reichen nicht für alle Verhältnisse aus, eine Bilanz der Wärmeökonomie zu erreichen. In der heissen Jahreszeit oder in heissen Gegenden wird unter Umständen dem Körper eine erhebliche Wärmemenge durch directe Sonnenbestrahlung zugeführt. In den kalten und gemässigten Breiten hält es oft schwer, den Wärmebedarf zu decken, weil die Abgabe zu gross ist. Die natürliche Regulation muss unterstützt werden; das geschieht ausser durch Heizung oder durch künstliche Abkühlung durch

B. **Die Kleidung.**

Die zur Kleidung verwendeten Gewebefasern.

a) Die Gewebefasern. Die Kleider werden gemeiniglich hergestellt aus Wolle, Seide, Baumwolle und Leinen; für einzelne Kleidungsstücke wird noch Filz und Leder verwendet. Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Gewebefasern seien hier angegeben:

Seide: drehrunde, gleichmässige Fäden ohne Hohlräume. Sie quillt in ammoniakalischer Kupferlösung, löst sich in 10% Kalilauge, färbt sich echt mit Pikrinsäure, brennt schwer und unter Ausscheidung fester, aber schwammiger Kohle, riecht nach verbrannten Haaren.

Wolle: runde Fasern mit wenig ausgebildetem oder fehlendem Mark. Bei scharfer Einstellung des Mikroskopes erkennt man die dachziegelförmig sich deckenden Schuppen der sog. cuticula. Sie quillt nicht in ammoniakalischer Kupferlösung, sonst wie Seide.

Baumwolle: glatte, abgeplattete, leicht gewundene Fasern mit engem, plattem Hohlraum. Sie quillt in englischer Schwefelsäure rasch

gallertartig auf, löst sich nicht in Kalilauge, quillt in ammoniakalischer Kupferlösung, färbt sich nicht echt in Pikrinsäure, brennt angezündet leicht fort ohne unangenehmen Geruch und ohne feste Asche.

Leinen: walzenförmige, nicht gedrehte, mit sehr engem Kanal versehene Fasern, von Strecke zu Strecke quer verlaufende Linien, Porenkanäle, zeigend. Die Leinenfaser wird durch kurze Behandlung mit englischer Schwefelsäure nicht verändert, sonst wie Baumwolle.

Arten der Zeuge.

b) Die Zeuge. Aus den Fasern werden durch mehr oder minder festes Zusammendrehen die Garne gemacht und aus ihnen die Zeuge gefertigt und zwar entweder durch Weben oder durch Wirken.

Bei letzterem wird der Stoff, das Zeug, hergestellt aus einem einzigen, in je nach der gewünschten Zeugart verschiedenen Verschlingungen oder Maschen angeordneten Faden. Die gewirkten Zeuge sind im allgemeinen sehr porös und sehr elastisch, zu ihnen gehören die Trikots, ferner alle Strumpf- und gestrickten Waaren.

Die gewebten Zeuge werden aus 2 sich (rechtwinklig) kreuzenden Fadensystemen, Kette und Einschlag, so hergestellt, dass die Fäden bald über- bald untereinander hergeführt werden. Bei den „glatten“ Stoffen geht der Einschlagsfaden abwechselnd über und unter je einem Kettenfaden weg, wie z. B. bei Leinwand, Kaliko, Hemdentuch, Taffet. Die Köperzeuge entstehen dadurch, dass je ein Einschlags- (oder Ketten)faden mehrere Ketten- (oder Einschlags)fäden deckt; hierzu gehört u. a. der gewöhnliche Köper, dann Atlas, Satin und Buckskin (gewalkter, nicht gerauhter, auf einer Seite geschorener Wollenköper). Die sammtartigen Gewebe tragen an der einen Seite senkrecht nebeneinander stehende Härchen, welche dadurch gebildet sind, dass hochgewebte Einschlagsfäden (Nobben) aufgeschnitten, fein zerfasert und gleichmässig geschoren werden. Zu den Geweben im strengeren Sinne rechnet man ferner die Tuche; sie werden hergestellt aus sog. Streichwolle, einem wollenen Garn, dessen einzelne Fasern kurz und gewellt und daher rauh sind; die rohen Tuche, die „Loden“, werden gewalkt, d. h. verfilzt, dann mittelst Karden nach immer derselben Richtung gerauht und geschoren. Flanell ist ein glattes oder geköpertes, lockeres, weitmaschiges Gewebe aus lockerer Kammgarnkette (d. h. einem aus langen, schwach gewellten oder glatten Wollenhaaren gefertigten Garn) und aus Streichgarneinschlag, das Gewebe wird schwach gewalkt, auf einer Seite gerauht und nicht geschoren.

Eigenschaften der Zeuge.

Die Dicke der Zeuge ist keine grosse, sie beträgt bei feinem Baumwollengewebe 0,17, bei dickem Stoff für Winterüberzieher 5,80 mm. Die gewirkten, ferner die gewebten gerauhten, sowie die verfilzten Stoffe sind ziemlich stark comprimirbar, während die glatten einfachen und die geköperten Gewebe fast uncomprimirbar sind. Das specifische Gewicht der Fasern von Baumwolle, Seide, Leinen und Wolle ist beinahe gleich, es beträgt rund 1,3, das spec. Gewicht des Wassers = 1 gesetzt. Hiernach ist die Zahl und Dicke der in der Raumeinheit ent-

haltenen Fasern massgebend für das specifische Gewicht der Zeuge, daher sind alle locker gefügten Stoffe, insonderlich also die Trikots und die Flanelle, viel leichter als die glatten festen Stoffe.

Das Mikroskop zeigt, dass Hohlräume zwischen den Fäden, und durch die Widerspenstigkeit der einzelnen Fasern (Wolle) auch in den Fäden vorhanden sind; ferner finden sich Contacträume, d. h. Lufträume zwischen Haut und Kleid, welche dadurch entstehen, dass der Stoff sich nur in gewissen Berührungsflächen und -punkten der Haut anlegt. Diese, sowie die Zwischenfadenräume, sind am grössten und zahlreichsten beim Flanell, weniger zahlreich sind bei ihm die Fadenräume; der Trikot hat weniger Zwischenfaden-, Faden- und Contacträume, während die glatten gewebten Stoffe ganz erheblich weniger Faden- und Zwischenfadenräume besitzen, und ihre Contacträume wenig zahlreich und eng sind.

Im Zusammenhang mit der Structur und dem specifischen Gewicht steht das Porenvolumen, welches zugleich mit der Dicke der Zeuge die Wärmehaltung, die Luftdurchlässigkeit und die Wasseraufnahme am stärksten beeinflusst. Rubner, dem wir alle diese Untersuchungen verdanken, bestimmte das Porenvolumen dadurch, dass er ein seinem Kubikinhalt und Gewicht nach bekanntes Zeugstück in ein enges, genau tarirtes Gefäss mit destillirtem Wasser steckte: er erhielt so das Volumen der festen Substanz und durch Abzug vom Gesammtinhalt das Porenvolumen, er erhielt ferner das specifische Gewicht durch Division des Volumens des verdrängten Wassers in das absolute Gewicht. Die Luftdurchgängigkeit richtet sich bei gleichem Porenvolumen nach der Weite der Poren.

Die Wasseraufnahmefähigkeit ist in maximo dem Porenvolumen gleich; sobald die Zeuge aus dem Wasser herausgenommen werden, geben sie das in den nicht capillaren Poren enthaltene Wasser wieder ab; diesen, oder den nach dem Auspressen zurückbleibenden Rest nennt man den minimalen Wassergehalt.

Bei den weitporigen Stoffen, z. B. den Trikots oder Flanellen, ist der Unterschied der Porenfüllung bei maximalem und bei minimalem Wassergehalt am grössten, während bei den festen glatten Geweben die beiden Füllungsarten fast gleich sind.

In der nachfolgenden, aus den Rubner'schen Arbeiten zusammengestellten Tabelle sind die erwähnten Eigenschaften der hauptsächlichsten zur Bekleidung dienenden Stoffe aufgeführt.

	Dicke in mm	Durch 78 8 g pro qcm comprimirt, nimmt die Dicke ab von 100 auf:	Specifisches Gewicht = Gewicht von 1 ccm des Stoffes.	Volumen der festen Substanz in Proc.	Volumen der Poren in Procenten.	Wasseraufnahme für 1 g Zeug		Procent der Porenfüllung bei minimaler Wasseraufnahme.	Wärmeleitungsvermögen durch 1 ccm in 1 Sec bei 1° Temperaturdifferenz Luft = 0,0000532.	Leitungsvermögen der Luft = 100.
						Max. g	Min. g			
Feines Baumwollengewebe	0,17	100	0,624	48,0	52,0	0,8	0,8	100		
Grobes Leinen	0,40	100	0,665	51,1	48,9					
Seidentrikot	0,58	72	0,219	16,8	83,2	3,8	1,5	39,8	0,0000916	172
Baumwollentrikot . . .	1,01	63	0,199	15,3	84,7	4,2	1,14	27,2	0,0001002	188
Wollentrikot	1,12	57	0,179	13,7	86,3	4,8	1,28	26,6	0,0000676	127
Leinentrikot	1,10	84	0,348	26,7	73,3	2,1	1,19	56,7	0,0001281	222
Sommerwollenflanell . .	1,14	50	0,146	11,2	88,8	6,0	1,12	18,6		
Wollenflanell	2,00	46	0,101	7,7	92,3	10,3	1,343	13,0	0,0000690	122
Mittleres Tuch	1,20	83	0,302	23,2	76,8					
Stoff aus Sommerkammgarn	1,00	70	0,358	27,5	72,5				0,0000772	145
„ aus Winterkammgarn	2,50	80	0,238	18,3	81,7				0,0000733	138
Stoff zu Winterüberziehern	5,80	64	0.146	11,2	88,8				0,0000709	133
Stiefel Oberleder (Kalbl.)	1,0		0,797	68,1	31,9	0,43	0,43	100,0		
„ Sohle (Rindleder)	11,0		0,886	78,3	21,7	0,24	0,13	54,0		

Die Kleider haben in der Hauptsache die Aufgabe, einerseits den Körper vor zu grosser, von aussen auf ihn eindringender Wärme zu schützen, andererseits ihn vor zu starker Wärmeabgabe zu bewahren.

c) Der Kleiderschutz gegen Wärmeaufnahme. Von den hauptsächlich in Betracht kommenden leuchtenden Strahlen wird um so weniger absorbirt, je heller und je glatter die Kleider sind. Wenn man die Menge der von weissem Stoff aufgenommenen Strahlen mit 100 bezeichnet, so ergiebt sich für hellgelb 102, dunkelgelb 140, hellgrün 142, roth 168, hellblau 198, schwarz 208; ob der Stoff aus Wolle, Baumwolle oder Aehnlichem besteht, ist hierbei belanglos. Die Aufnahme der dunklen Strahlen scheint bei den verschiedenen Stoffen fast gleich zu sein. Die Kleidungsstücke müssen recht weit sein, damit die absorbirte Wärme durch den Transport entfernt werde. Als Kopfbedeckung in heissen Gegenden diene ein aus porösem Stoff (Agave, Kork) hergestellter, breit- und tiefrandiger, weissüberzogener Hut, welcher, vom Kopf abstehend, freie Luftcirkulation gestattet.

Effectiver Werth des Kleiderschutzes.

d) Der Kleiderschutz gegen Wärmeabgabe. Wenn man den Arm eines Menschen in ein Kalorimeter bringt, so kann man die abgegebene Wärmemenge messen. Bekleidet man den Arm mit Hemd oder Hemd und Rock, so ergiebt die Messung, dass weniger Wärme abgegeben wird. Bei einer Lufttemperatur von 15,8° wurde durch ein angelegtes wollenes Hemd

10 %, durch ein zweites wollenes Hemd 17,4 %, durch Hinzufügen eines leinenen Hemdes 19 %, durch Zugabe des Rockes 32,5 % und weiter durch den Mantel 38,7 % weniger Wärme an das Kalorimeter abgeliefert.

Je höher die Temperatur der Luft ist, um so weniger Wärme wird abgegeben, und zwar sinkt für jeden Temperaturgrad die Wärmeemission um ungefähr 2,75 % der Gesammtwärme. Durch das wollene Hemd werden 10 % eingespart, die einer Temperaturerhöhung von $10:2,75 = 3,6^0$ entsprechen. Ein mit wollenem Hemde bekleideter Arm giebt also bei $15,8^0$ soviel Wärme ab, als ein nackter Arm bei $15,8 + 3,6 = 19,4^0$. Der mit wollenem und leinenem Hemde, Rock und Mantel bekleidete Arm verhält sich in einer Temperatur von $+ 1,7^0$ ($38,7:2,75 = 14,1^0$; $15,8^0 - 14,1^0 = + 1,7^0$), wie der unbekleidete bei $15,8^0$. Obschon die für den Arm gefundenen Zahlen nicht absolut massgebend sind für den ganzen Körper, so bieten sie doch ein ziemlich entsprechendes Bild.

Wärmeabgabe bei Kleidung durch a) Strahlung.

Die Wärmeabgabe findet statt durch Strahlung, Leitung, Transport und Wasserdampfabgabe. Durch die Umlagerung des Körpers mit Kleidern wird die Oberfläche vergrössert und an Stelle der glatten Haut die rauhe Zeugfläche gebracht. Gleichartige Gewebe aus verschiedenartigen Grundstoffen strahlen gleiche Mengen Wärme aus, während Stoffe ungleicher Webeweise Unterschiede zeigen. Die glatten, besonders die appretirten Zeuge strahlen um 25 % weniger Wärme ab als rauhe Trikots und Flanelle. Hieraus könnte man folgern, dass die Wärmestrahlung vom bekleideten Körper aus grösser sei als vom unbekleideten. Ein solcher Schluss wäre irrig, denn die niedrige Temperatur der Kleideroberfläche gegenüber der Haut beschränkt die Strahlung erheblich. Bei $+ 15^0$ Luftwärme beträgt die Temperatur der unbekleideten Haut etwa $31,8^0$, der Aussenseite des Wollenhemdes 28,5, der Aussenseite der Weste 22,9 und des Rockes $19,4^0$ C. Ein vollbekleidetes Individuum giebt nach den Untersuchungen Rubners bei der angegebenen Temperatur nur ungefähr $^1/_3$ der Wärme durch Strahlung ab wie ein unbekleidetes. Wird also auch durch die ersteren Factoren die Wärmeabstrahlung vermehrt, so wird sie durch den letzten Factor im Ueberschuss vermindert, und zwar um so mehr, je dicker die Kleidung ist.

b) Leitung.

Die Wärmeleitung durch die Kleider hindurch entspricht — trockne Kleider vorausgesetzt — ungefähr der Leitung durch eine nicht völlig ruhende Luftschicht. Für ihre Grösse ist das

Material, d. h. die Art der Gewebefasern, ob Wolle oder Baumwolle etc., weniger belangreich, denn wenn auch die einzelnen Fasern ein specifisches Wärmeleitungsvermögen haben, so ist dasselbe doch nicht zu sehr verschieden, dagegen sind das Mengenverhältniss zwischen Luft und Grundstoff, das seinen Ausdruck im specifischen Gewicht findet, und die Dicke der Kleider die ausschlaggebenden Factoren; das Wärmeleitungsvermögen ist dem specifischen Gewicht der Kleidungsstoffe entsprechend. Durch Kleiderlagen über 10—15 mm Dicke wird in unserem Klima im Allgemeinen der Schutz gegen die Kälte nicht wesentlich mehr verstärkt. Die Dicke eines wollenen Hemdes kann man ungefähr zu 2,5, die eines leinenen Hemdes zu etwa 0,2—1,0, die eines Rockes zu 3—7 mm annehmen. Zwischen den einzelnen Kleidungsstücken liegt wiederum eine Luftschicht, welche als schlechter Leiter bedeutenden Wärmeschutz gewährt; in und unter der durchschnittlich 4 kg schweren Kleidung sind zwischen 10 und 30 l Luft enthalten. Die Sitte der Nordchinesen, in dem dortigen sehr kalten Winter mehrere wattirte Kleider über einander zu tragen, ist vollständig rationell. Liegen die Kleider eng an, fehlt also die Luftschicht, so ist die Wärmeabgabe eine bedeutende, wie z. B. das Frieren der Kniee beim Sitzen in kühlen Räumen deutlich zeigt, denn hier macht sich die Leitung des Grundstoffes, der Faser, stark bemerkbar; setzt man das Leitungsvermögen der Luft = 100, so ist das der Wollfaser = 900, das der Seide = 1666, der Pflanzenfaser = 2667.

Die erwärmte Luft hat das Bestreben, nach oben zu steigen, zu entweichen; ausserdem findet ein lebhafter Luft- oder Gasaustausch auch nach den Seiten hin, durch die Poren hindurch, statt. Diesem Wärmetransport wird entgegengewirkt durch nicht zu weite und nicht zu grob gewebte Kleider. Ein Theil der Wärmeersparniss der weitporigen, stark lufthaltigen Kleider gegenüber den glatten engporigen Stoffen geht durch den erleichterten Wärmetransport wieder verloren. Ist die Kleidung für Luft sehr durchlässig, so kommt die Fortführung der Wärme durch den Wind mit in Betracht. Für windige und zugleich rauhe Witterung ist deshalb ein dichtes, engporiges Obergewand von Nutzen. Der Seefahrer trägt, um sich gegen den Regen zu schützen, mit Oel imprägnirtes, glattes Zeug; dasselbe Kleid wird getragen bei kaltem, heftigem Wind, um dem „Auskälten“ dem zu starken Wärmetransport, entgegen zu wirken. c) Transport.

Die Luftdurchgängigkeit der Zeuge wird beeinflusst durch

die Grösse der drückenden Kraft, die Gewebsart und die Dicke des Stoffes; sie ist letzterer bei gleichem Stoff proportional. Die Appretur beeinträchtigt die Permeabilität ungünstig; wenig durchgängig sind auch die glatten, festgewebten Stoffe, durchlässiger die Tuchsorten und am durchlässigsten die Zeuge aus gewirkten Stoffen und aus Krepp. Nach Nocht beträgt der durch die Athembewegung in den Kleidern entstehende Druck 0,04 mm Wassersäule. Hierbei entweichen durch 57 qcm Fläche Flanell 500, Jäger's Stoff 861, Barchend 116, Lahmann's Reformbaumwolle 1174, Leinwand 78 ccm Luft in der Minute. Nach Rubner geht 1 ccm Luft bei 0,42 mm Wasserdruck durch 1 ccm ganz losen Baumwolltrikot hindurch in 0,3 Sekunden; Baumwollkrepp 0,6, Jägerstoff 1,1, Loden 2,8—9,1, Militärmantel 5.9—9,7, Militärhosenstoff 15,7, Sommerkammgarn 21,5, glatte Seide 81,5 Sekunden. (Diese Zahlen heissen Permeabilitätscoefficienten.)

d) Wasserverdunstung. Die Kleidung vermehrt die Wasserdampfabgabe. Der bekleidete, normal genährte Mensch stellt bereits bei ungefähr 16° Aussentemperatur seine physikalische Wärmeregulation ein und dunstet schon reichlich Wasser ab. Die Aussenluft erwärmt sich, langsam in den Kleidern vordringend, bis zu 30—33°, dadurch wird ihre Wassercapacität vermehrt und das von der Haut ausgeschiedene Wasser verdunstet, ohne dass es zu sichtbarem Schweiss kommt, es wird dann als hygroskopisches Wasser von den Unterkleidern aufgenommen und langsam nach aussen abgegeben. Durch den stetigen Luftwechsel bleibt die relative Feuchtigkeit zwischen Haut und Hemd niedrig, zwischen 30—40 %, nur selten 60 % erreichend.

Hygroskopisches Wasser. Die Wolle vermag am meisten, bis 27,3 % ihres Gewichtes, hygroskopisches Wasser zu fassen und lässt es am langsamsten los, zugleich enthält sie dank der üblichen Webeweise die meiste Luft, sie „kühlt“ also am wenigsten.

Eingelagertes Wasser. Der tropfbar flüssige Schweiss dringt, ebenso wie der Regen, in die Poren der Kleidung ein, das „eingelagerte“ oder „zwischengelagerte“ Wasser darstellend. Am raschesten und vollständigsten sättigen sich Leinwand und Baumwollenzeuge, sowie Seide, die dabei ihre Elasticität verlieren und sich dem Körper dicht anlegen. Hierdurch wird die Wärmeleitung gesteigert (denn Wasser leitet ungefähr so gut wie die Baumwollenfaser und ungefähr dreissigmal besser als Luft), die Temperatur der ausstrahlenden Fläche erhöht und eine grosse Menge Wärme zur Abdunstung verbraucht oder, wie man sagt, gebunden. Die Wolle, insonderlich die locker gewebten, und die gewirkten (Jäger'schen) Stoffe,

ebenso wie die gewirkte (Lahmann'sche Reform-) Baumwolle bleiben bei Benässung elastisch, ihre Poren schliessen sich nicht, bleiben also grösstentheils durchgängig für Luft, ihre minimale Wassercapacität ist im Verhältniss zur maximalen eine sehr geringe (siehe Seite 31), hierdurch verläuft der Abkühlungsprocess weniger intensiv: die Verdunstung erstreckt sich über eine längere Zeit und wird weniger unangenehm empfunden.

Die Wärmeabgabe eines mit feuchter Flanellbinde umwickelten Armes beträgt das Dreifache derjenigen eines nackten Armes und das Fünffache derjenigen eines mit trockener Binde umgebenen Armes.

Wasserdichte Zeuge.

Um den Körper und die Kleidung gegen Regen zu schützen, benutzt man a) Gummizeuge. Sie halten den Regen zwar gut ab, sind aber für Luft undurchlässig. Die unter dem Gummikleid befindliche Luft ist bald mit Feuchtigkeit gesättigt, und der nun in Tropfen niederrinnende Schweiss dringt in das Unterzeug und durchnässt es; dabei ist die Entwärmung des Körpers wegen der Unmöglichkeit der Wasserverdunstung wesentlich behindert.

b) Wasserabweisende Zeuge. Engporige dickere Stoffe werden in Alaunlösung (2 %) gekocht, darauf in heisse Natronseifenlauge gelegt, wobei sich eine unlösliche, fest den Gewebefasern anhaftende, zu Wasser nur geringe Affinität besitzende Thonerdeseife bildet — oder die Stoffe werden mit saurer essigsaurer Thonerde behandelt und der Luft ausgesetzt; die sich durch Verdunstung von Essigsäure auf den Zeugfasern niederschlagende, basisch-essigsaure Thonerde nimmt ebenfalls das Wasser nicht an. Da die Poren offen geblieben, nur die Fasern wasserabweisend geworden sind wie die Federn eines Wasservogels, so findet trotz der relativen Undurchlässigkeit für Wasser Luftcirculation statt. Starker Wind kann den Regen durch die Poren hindurchpressen.

Ob Wolle oder Baumwolle.

Man hat lebhaft discutirt, ob es richtiger sei, Unterzeuge von Wolle oder von Baumwolle zu tragen. Generell lässt sich diese Frage nicht entscheiden. Wenn es darauf ankommt, Wärme zu sparen, so sind wollene Unterkleider vorzuziehen, da sie meistens dicker sind; zwei baumwollene Hemden dürften ungefähr ebenso viel als ein wollenes Hemd leisten. — Ist Wärmeüberschuss zu fürchten, wie z. B. in den Tropen, so ist zuerst auf gute Leitung und Strahlung und dann auf Wasserdunstabgabe Rücksicht zu nehmen: der secernirte Schweiss soll bald verdunsten. Dieser Zweck wird am besten erreicht durch Tragen

nur *eines* Gewandes (z. B. eines Jagdhemdes) höchstens zweier ganz leichter Gewänder, einer ganz dünnen, ärmellosen Unterjacke (singlet der Engländer) und einer weiten Jacke; ob Wolle oder Baumwolle gewählt wird, ist dabei an sich gleichgültig, wenn die Stoffe nur dünn genug sind, aber wollene Stoffe sind meistens dicker und deshalb weniger zu empfehlen. Ist stärkere Schweisssecretion *bei schwankender Lufttemperatur* zu erwarten, so empfiehlt sich Wolle bezw. Reformbaumwolle.

In unseren Gegenden dürften in der warmen Zeit leichte gewirkte Stoffe aus Wolle oder Baumwolle zu verwenden sein; aber auch hier entscheidet Localität, Beschäftigung etc. Manche Personen sind gegen den durch Wolle erzeugten Hautreiz sehr empfindlich. Oft gewaschene wollene Stoffe werden filzig und verlieren *damit* ihre guten Eigenschaften. Man sollte eine Hochsommer-, Sommer-, Herbst- bezw. Frühlings- und Wintertracht haben und für ganz kalte Tage einen Pelz benutzen. Diese Trachten unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre Dicken; dieselben betragen ungefähr 2,0, 3,4, 6,0, 12,6 und 26 mm; dabei ist, besonders für die Kleidung der kühleren Jahreszeiten, auf geringes specifisches Gewicht d. h. auf grossen Luftgehalt zu achten. (Rubner.)

Reinheit. e) *Weitere Eigenschaften der Kleider.* Die Kleider müssen reinlich gehalten werden, das Oberzeug, abgesehen von ästhetischen Gründen, schon um event. anhaftende Krankheitserreger zu entfernen, das Unterzeug, weil es einen grossen Theil des Hautschmutzes aufnimmt. Wolle ist für den Schweiss und seine Bestandtheile durchlässiger als irgend ein anderer Stoff. Sie bleibt selbst reiner, giebt aber die Secretionsproducte an die überliegenden Kleider ab. Wegen der verschieden starken Schweisssecretion verschmutzen die einzelnen Kleidungsstücke verschieden stark. Eine Unterhose, welche 8 Tage getragen wurde, ist so schmutzig wie ein Hemd von 4 Tagen und ein Paar Socken von 1 Tage. (Cramer.) Die von den Füssen abgesonderte Schweissmenge beträgt ungefähr $^1/_4$ von der des übrigen bekleideten Körpers.

Giftige Farben. Die Kleider sollen unsern Körper nicht schädigen. So selbstverständlich diese Forderung ist, so häufig wird dagegen gefehlt.

Zur Herstellung von Kleidern, Tapeten, Möbelstoffen, Teppichen, Vorhängen, künstlichen Blumen, (sowie von Lampenschirmen, Kerzen, Lichtmanschetten, Schreibmaterialien) dürfen arsenhaltige Farben nicht verwendet werden; arsenhaltige Beizen können Benutzung finden, wenn das Arsen nicht in wasser-

löslicher Form oder in solch geringer Menge darin enthalten ist, dass auf 100 qcm Zeug weniger als 2 mgr Arsen entfallen. (Reichsgesetz vom 5./7. 87.) Die vielfach behauptete Giftigkeit der mit Anilin gefärbten Stoffe dürfte meistens auf Arsengehalt zu beziehen sein; wodurch die nach dem Tragen anilingefärbter Unterzeuge hier und da auftretenden Hautausschläge hervorgerufen werden, ist unklar. Auch das Blei soll mehrfach von den Kleidern aus Vergiftungen bewirkt haben.

Enge Halskragen, Gummistrumpfbänder, zu enge Hosenbunde, enge Korsets sind gesundheitsschädlich. Das Korset der Frauen ist kaum zu entbehren, da es die nicht unbeträchtliche Last der Röcke in angemessener Weise trägt; dahingegen sollte ihm eine bessere Form und Konstruktion gegeben werden, die auch den Unfug des Schnürens unmöglich macht. **Zu enge Kleider.**

Vielfach wird durch unpassendes Schuhwerk gesündigt. Der Fuss ist nicht bilateralsymmetrisch gebaut, sondern hat seine höchste Höhe nahe der Innenseite des Fussrückens; die grösste Länge liegt nicht in der Mittellinie des Fusses, sondern in einer Linie, welche ziemlich parallel dem innern Fussrand laufend die Mitte der Ferse mit der Mitte des Köpfchens des ersten Metatarsalknochens verbindet. (Die Meyer'sche Linie.) Dem entsprechend soll der Leisten angefertigt werden. Beim Massnehmen ist der auf ein Blatt Papier fest aufgesetzte Fuss mit einem Bleistift zu umreissen, und danach ist die Sohle zu schneiden; zur bequemen Abwickelung des Fusses beim Gehen muss die Sohle um etwa die halbe Dicke der Grosszehe verlängert werden. Die jetzt so häufigen Hühneraugen, eingewachsenen Nägel, die Ballen, d. h. die durch den Druck entstandenen Deformitäten der Gelenke, mit all ihren Folgezuständen werden verschwinden, wenn die Stiefel nach dem Fusse gearbeitet werden (Fig. 15, 16); zudem sehen derartig gearbeitete Stiefel gut aus. Bei Kindern achte man streng auf die gegebenen Regeln und lasse auch die Strümpfe für den rechten und linken Fuss besonders anfertigen. Die Strümpfe vermindern die Wärmeabgabe um 35—50⁰/₀, Schuhe und Strümpfe um 90 %, nasses Schuhzeug leitet die Wärme beinahe doppelt so gut als trockenes. Leder leitet schlecht, ungefähr so wie Wolle und schlechter als Baumwolle oder Leinen.

Eine besonders bei Männern sehr häufige und zu vielfachen Beschwerden Anlass gebende Erscheinung ist der Schweissfuss; derselbe entsteht schon bei der normalen Schweissbildung, siehe vorige Seite durch die verhinderte Verdunstung; der Fuss steckt in dem beinahe luftdichten Stiefel Jahr aus, Jahr ein ge-

wissermassen in einem Dampfbade. Strumpf und Leder werden feucht, die Wärmeleitung nimmt zu und es treten leicht Erkältungen auf; bei mangelnder Reinlichkeit machen sich unangenehm riechende Zersetzungsproducte geltend.



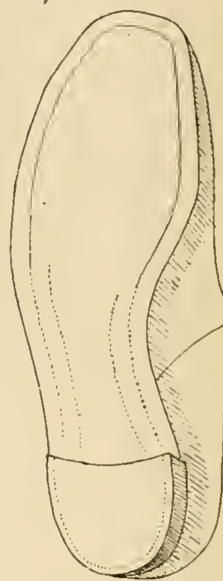


Fig. 15. Leisten und Fig. 16. Stiefelsohle nach Brandt v. Lindau.

Um dem Uebel zu steuern, lasse man Zeug- oder Schnürstiefel und dünne baumwollene oder halbwollene, täglich zu wechselnde Strümpfe und zu Hause weit ausgeschnittene Hausschuhe tragen, sowie die Füsse täglich mit kühlem Wasser waschen.

Das Bett. Ungefähr $^1/_3$ seines Lebens bringt der Mensch im Bett zu. Das Bett sei geräumig, breit; das Unterbett bestehe aus Wollen- oder Rosshaarmatratze. Wird ein Strohsack benutzt, so ist das Stroh täglich aufzuschütteln und oft zu erneuern. Auf den Strohsack werde eine wollene Decke und darüber das Betttuch gelegt. Federunterbetten sind nicht zu empfehlen, sie schmiegen sich dem Körper unnöthig an und behindern die Perspiration und den Wärmeabfluss; ausserdem lassen sich Matratzen leichter reinhalten. Die Federoberbetten bieten einen guten Wärmeschutz und sind für nördliche Klimate und für den Winter brauchbar, aber sie behindern die Hautperspiration, sind im Sommer zu warm und werden besser durch Wollendecken oder durch Wattesteppdecken ersetzt, wozu ein Federkissen als Fussbedeckung treten kann. Als Kopfkissen diene ein gut gestopftes Haar- oder Wolle-Keilkissen. Die Desinfection der Federbetten, überhaupt des Bettzeuges geschehe durch strömenden Dampf. Die Betten sollen täglich mehrere Stunden zur Auslüftung offen stehen und häufig gesonnt werden.

e) Hautpflege. Die Haut ist bei der physikalischen Wärmeregulation in hervorragendem Masse betheiligt. Von der Haut können Krankheitskeime aufgenommen und übertragen werden; einige Gifte, z. B. Arsen, vermögen durch sie in den Körper einzudringen. Die Haut wird durch den Schweiss mit seinen organischen Verbindungen und Salzen, durch die abgestossenen Epithelzellen, das Prodnct der Talgdrüsen und den Staub der Strasse verunreinigt. Der entstehende schmutzige, fettige Ueberzug, welcher von dem Unterzeug nicht völlig aufgenommen wird, giebt zu Zersetzungen, üblen Gerüchen und Bacterienwucherungen Veranlassung und muss entfernt werden. Die Haut ist das Organ, welches den Erkältungen am meisten ausgesetzt ist oder sie wenigstens vermittelt; die Herabsetzung ihrer Empfindlichkeit ist daher anzustreben.

Aus allen diesen Gründen bedarf die Haut einer besonderen Pflege, die ihr durch Waschungen und Bäder zu Theil wird.

Man unterscheidet Schwimm-, Wannen- und Brausebäder. Die ersteren sind der Gesundheit auch dadurch förderlich, dass sie zu tiefen Inspirationen und zu kräftigen Muskelbewegungen anreizen. Die Bassinbäder lassen sich auch im Winter benutzen. Ihre Erwärmung wird durch Heizschlangen oder frei einströmenden Wasserdampf bewirkt. Das reine Wasser fliesst an dem einen Ende des Bassins oder unten an mehreren Stellen ein und das gebrauchte Wasser am andern Ende oder am ganzen Umfange des Bades oben in einer Rinne ab. Wannenbäder sind zur Reinigung und Abhärtung gut geeignet, leider sind sie nicht ganz billig. Es wäre zu wünschen, dass der Abdampf der Fabriken mehr zu Anlagen von Fabrikbadeeinrichtungen benutzt würde; auf diese Weise liessen sich billige Wannenbäder herstellen. Weiss emallirte Eisenwannen sind am meisten zu empfehlen. Schwimm- und Wannenbäder.

Als eigentliche Volksbäder sind neben den Schwimmbädern des freien Wassers die Douche- oder Brausebäder zu bezeichnen; sie sind billig, sind vorzügliche Reinigungsbäder, und ihre Benutzung nimmt sehr wenig Zeit in Anspruch. In einem unter der Decke eines Raumes befindlichen Reservoir befindet sich Wasser, dessen Temperatur durch Zulassen von heissem Wasser oder Dampf beliebig erwärmt werden kann; von dort aus gehen Röhren zu den einzelnen Badezellen und lassen das Wasser aus einer schräggestellten Brause austreten. 10 bis höchstens 40 l Wasser sind genügend zu einem Douchebad, während ein Wannenbad gegen 250 l erfordert. (Fig. 17 und 18). Douchebäder.

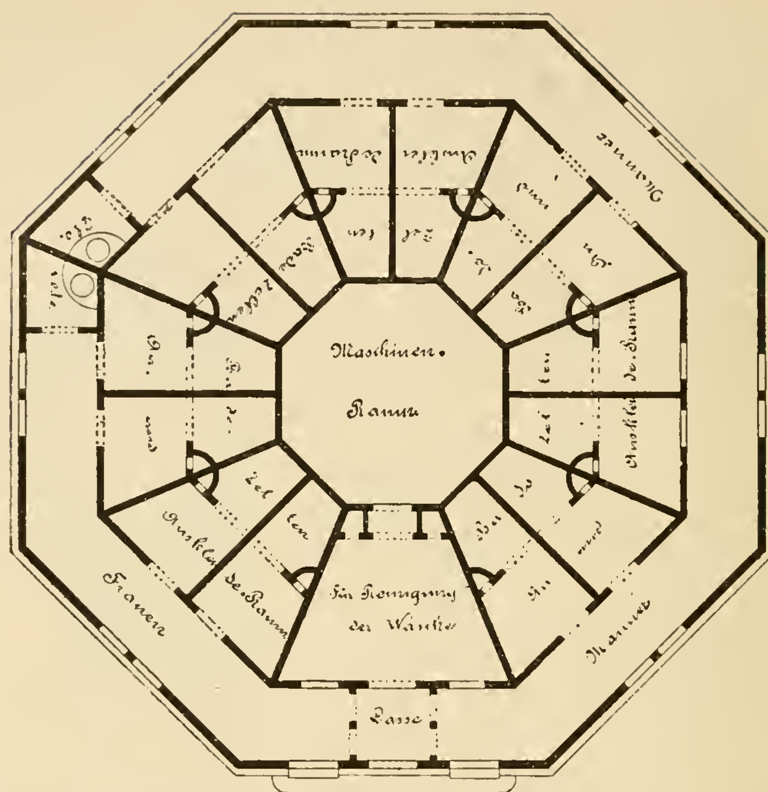


Fig. 17. Grundriss des Volksbrausebades in Frankfurt a. M.

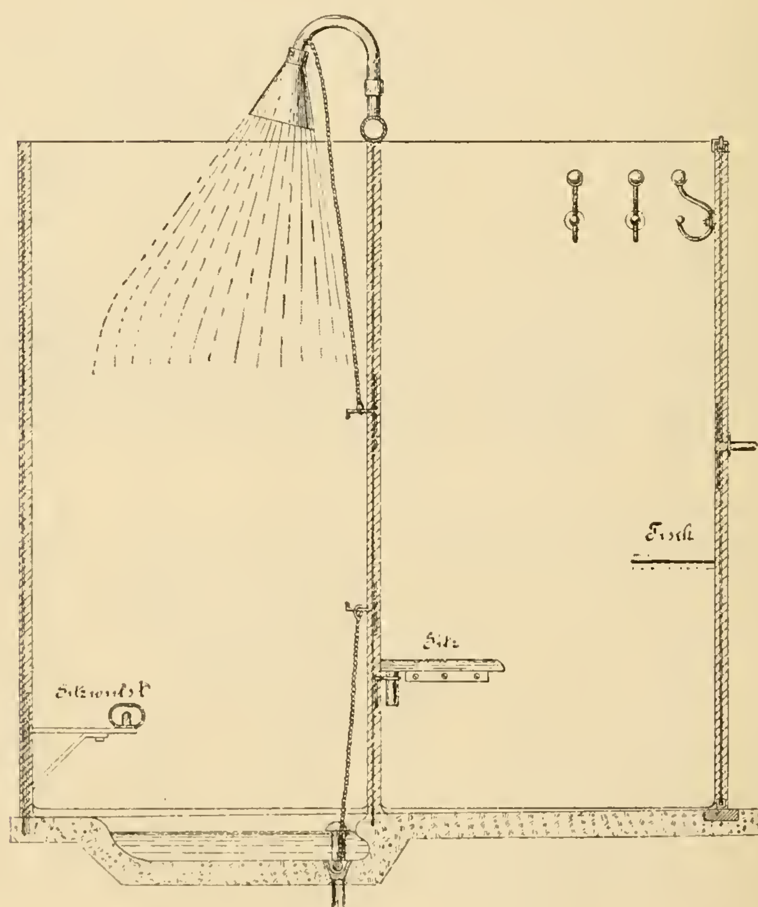


Fig. 18. Bade- und Ankleidezelle.

Die Grösse der Auskleide- und Badezellen beträgt zweckmässig 1,20 × 2,50 m. Die 2½ m hohen Wände des Ankleideraumes seien aus Holz, die des Baderaumes aus Rohglas, Schieferplatten oder sehr gut geglättetem, gut mit Oelfarbe gestrichenem Cementputz (Monierwände) construiert. Der Fussboden bestehe aus Asphalt, Cement, Terrazzo oder Fliesen. In dem Baderaum sei der Boden vertieft, so dass ein Becken zum Fusswaschen gebildet wird.

Brausebäder hat man zuerst in Kasernen angelegt, dann nach dem Vorgange Göttingens als Schulbäder eingerichtet, ferner sind sie in Fabriken angewendet und seit Kurzem als Volksbrausebäder in Städten eingeführt.

Leider wird von den weniger bemittelten Klassen auch das billige und bequem zu erreichende Bad wenig benutzt. Um so mehr ist auf die Einführung der Schulbäder zu dringen; die heranwachsende Jugend muss an Reinlichkeit und Hautpflege gewöhnt werden, sie muss die Körperreinlichkeit als ein Bedürfniss empfinden lernen.

Litteratur: Pettenkofer, Zeitschr. f. Biologie Bd. 1. Kriger dito Bd. 5. Simroth dito Bd. 17. Wolpert, Rubner, Cramer, Rumpel, Nothwang, Schierbeck, Reichenbach, Arch. f. Hyg. Bd. 10, 11, 13, 15, 16, 17, 20—31, Schuster, Arch. f. Hyg. Bd. 8. Hiller, Deut. milit.-ärztl. Zeitschr. 1888. Nocht, Zeitschr. f. Hyg. Bd. 5. Kretschmer, Bekleidung in Weyls' Handbuch 1894. Weyl, Gebrauchsgegenstände, in Weyls' Handbuch 1894. Schultze, Volks- u. Brausebäder, in Weyls' Handbuch 1894 u. Centr. f. allg. Gesundheitspflege 1892 (viele Pläne).

C. Die excessiven Temperaturen und die Temperaturschwankungen.

Ausgerüstet mit einer sehr leistungsfähigen Wärmeregulation, unterstützt von der Kleidung und einer zweckentsprechenden Ernährung und abgehärtet durch eine vernünftige Hautpflege, vermag der Mensch Temperaturen zu ertragen, welche einerseits bis 60° unter 0°, andererseits ebenso viel darüber liegen.

a) Niedrige Temperaturen. Reichen die gegebenen Mittel nicht aus, die Körpertemperatur in genügender Höhe zu erhalten, so tritt die Gefahr des Erfrierens ein.

Hierbei ist nicht so sehr die grosse Kälte massgebend — schon bei Temperaturen über 0° kann man erfrieren —, als vielmehr die gute Abführung der Wärme; feuchte Luft, starker Wind, nasse Kleider, Lagerung auf dem gut leitenden Erdboden, **Erfrieren.**

geringe Körpergrösse (Kinder) sind vielfach gefährlicher als hohe Kältegrade. Die Vorgänge bei dem Erfrieren spielen sich so ab, dass zunächst die Hautgefässe contrahirt werden, um möglichst Wärme zu sparen; allmählich erlahmt ihre Muskulatur, die Gefässe erweitern sich, das reichlich einströmende Blut lässt viel Wärme entweichen, nicht zu besiegende Schläfrigkeit tritt ein, der Blutdruck sinkt, Herzschlag und Respiration werden schwach, das Bewusstsein geht verloren; der Tod erfolgt, wenn die Körperwärme auf ungefähr 25° C. gesunken ist.

Am häufigsten wird das Erfrieren dadurch veranlasst, dass das schützende Haus nicht rechtzeitig erreicht werden konnte, und die Müdigkeit den Wanderer übermannte. Alles, was die Ermüdung begünstigt, ist zu vermeiden; sehr gefährlich ist der Alkoholgenuss. Muss ausserhalb übernachtet oder geruht werden, so ist das Streben dahin zu richten, die Entwärmung möglichst gering zu gestalten: windstille Plätze, Lagerung auf Zweigen oder Laub, Zudecken mit demselben Material, Eingraben in den Schnee sind die Nothbehelfe in dieser fatalen Lage.

Locale Erfrierungen.

Locale Erfrierungen kommen hauptsächlich an den Theilen vor, welche bei geringem Inhalt eine grosse Oberfläche darbieten, z. B. Nasenspitze, Ohren, Finger, Zehen. Handschuhe, Ohrenklappen, aus Wolle gestrickte Gesichtsmasken, Einreibungen mit Fett bilden geeignete Gegenmassregeln.

Sonnenstich.

b) Hohe Temperaturen. Schädigende Hitzwirkung kann eintreten durch directe strahlende Wärme, durch Insolation. Hierbei wird von der Körperoberfläche ein beträchtlicher Theil der sie treffenden Sonnenstrahlen aufgenommen. Die Intensität der Bestrahlung ist am grössten bei steilem Einfall der Strahlen, wie in den Tropen, oder bei geringer Absorption derselben, wie auf hohen Bergen. In unseren Breiten werden unter günstigen Verhältnissen in der Minute 0,4–1,0 Kalorien von 1 qcm unbedeckter Haut aufgenommen, während nur 0,14 Kalorien bei Zimmertemperatur abgegeben werden (Rubner). Die betroffenen Hauttheile röthen sich, und es kommt zur Abschuppung der Epidermis; wird vorzugsweise der Schädel getroffen, so können meningitische Reizerscheinungen entstehen (Sonnenstich im engeren Wortverstande). Meistens jedoch verläuft die Affection so, dass die den Körper treffenden Strahlen keine localen gefahrdrohenden Symptome erzeugen, sondern dem Körper im Ganzen mehr Wärme zuführen, als er abzugeben vermag; es zeigen sich dann die Erscheinungen des Hitzschlages.

Hitzschlag oder Wärmeschlag tritt auf bei klarem und häufiger bei bedecktem Himmel, bei Lufttemperaturen, welche an die Körperwärme mehr oder weniger heranreichen, aber auch noch bei 20° C., sofern der Feuchtigkeitsgehalt der Luft hoch ist. Dagegen ist der Hitzschlag nicht zu fürchten trotz sehr hoher Lufttemperatur, wenn die Luft trocken ist und dem Körper genügend Getränk zugeführt wird. Hitzschlag.

Je feuchter, ruhiger und wärmer die Luft ist, je wärmer die den Menschen umgebenden Gegenstände sind, je dicker die Kleidung, je stärker die Nahrungszufuhr ist, je mehr Arbeit geleistet wird, um so grösser ist die Gefahr, dass durch Leitung, Strahlung und Wasserverdunstung nicht so viel Wärme abgeführt werde, als erzeugt wird. Die Kohlenzieher auf Dampfschiffen, die mit Gepäck, in zugeknöpfter Uniform, auf windstiller Strasse in geschlossenen Gliedern marschirenden Soldaten werden besonders häufig betroffen; ihnen folgen in weitem Abstande die Feldarbeiter.

Die Leute zeigen zunächst abundante Schweisssecretion, der Schweiss läuft am Leibe herunter, ohne zu verdunsten, das Gesicht erscheint geröthet, gedunsen, allmählich hört die Secretion auf, die Augen sind glänzend, die Sprache wird lallend, der Athem geht schwer, die Arbeit wird nur noch mechanisch geleistet; dann bricht der Mann bewusstlos zusammen, vielfach folgen Krämpfe, in welchen der Tod eintreten kann, wenn auch der Ausgang in Genesung der häufigere ist; nicht selten bleiben dauernde Schädigungen zurück.

Die Prophylaxe gegen den Sonnenstich ist sehr einfach: man schützt sich durch Sonnenschirm und Tropenhelm und durch das Tragen weiter, weisser Kleider. Massnahmen gegen Sonnenstich und Hitzschlag.

Um der Ueberhitzung entgegen zu wirken, ist zunächst die Wärmeproduction möglichst zu vergeringern, wenig und eiweissarme Nahrung und Ruhe dürften dafür die Hauptmittel sein. Sodann ist die Wärmeabfuhr zu befördern; die Kleidung sei so leicht als möglich; die Wärmeleitung werde bei hoher Lufttemperatur kräftig durch Bäder unterstützt; man verliert im Bade durch Leitung das Achtfache der Wärme, welche man unter gleichen Umständen an die Luft abgiebt. Die Zufuhr kühlen Getränkes trägt etwas zur Wärmeabgabe bei, und sie liefert die nothwendige Flüssigkeit, um eine ergiebige Verdunstung in Gang zu halten. Der Wärmetransport und die Wärmebindung durch Wasserverdunstung müssen kräftig ausgenutzt werden; wo genügende Luftbewegung fehlt, ist der Fächer, die Punka (ein unter der

Decke angebrachter, die ganze Länge oder Breite des Zimmers einnehmender Fächer) in Anwendung zu ziehen.

Bei marschirenden Truppen werde so oft als angängig Wasser gegeben; die Uniformstücke sind zu öffnen; die Glieder auseinanderzuziehen, damit der Wärmeableitung und Wasserverdunstung Vorschub geleistet werde; ausserdem sind thunlichst die frühen Morgen- und die Abendstunden für den Marsch zu wählen. Wird Jemand vom Hitzschlag getroffen, so sind Entfernung der überflüssigen Kleidungsstücke, Anfächeln, Uebergiessen mit Wasser, Verabreichung von Getränk die ersten anzuwendenden Massnahmen.

c) Die Temperaturschwankungen. Eine ganz gleichmässige Temperatur wirkt erschlaffend auf den Menschen ein, ein Wechsel der Temperatur hingegen anregend. Der Mensch erträgt unter Umständen grosse Temperaturdifferenzen ohne jede Reaction. Vom geheizten Zimmer mit 20° C. tritt er ins Freie, wo eine Temperatur herrscht, die vielleicht ebenso viel unter 0° ist als jene darüber. Im Gegensatz hierzu ereignet es sich nicht selten, dass schon bei geringfügigem Niedergang der Temperatur, bei dem Einsetzen eines anderen Windes, bei plötzlichen Niederschlägen oder Umschlag der Witterung überhaupt Reihen von Erkrankungen auftreten, welche man mit dem Ausdruck Er-
Erkältung. kältungskrankheiten bezeichnet. In den feuchten, gleichmässig warmen Tropenbezirken genügt zuweilen schon ein rasches Sinken der Luftwärme von 30° auf 20° zu einer Erkältung. In unseren Breiten kommt diese Affection am häufigsten im Frühjahr und im Herbst vor, wenn bei Regen und Wind die Temperatur zwischen 0° und etwa + 10° liegt. Plötzliche grössere Temperaturschwankungen, starke, kühle Winde, kühle Niederschläge und kühle feuchte Luft, also Durchkältungen und Durchnässungen erzeugen oft die Erkältungskrankheiten. Bei vielen Menschen genügt schon ein Luftzug, welcher ein kleines Stück der Körperoberfläche, besonders der gewöhnlich bedeckt gehaltenen, trifft (Erkältungen nach dem Verschneiden der Haare), oder eine kurzdauernde, engbegrenzte Abkühlung des schwitzenden Körpers, um eine langwierige Erkältung auszulösen. Diese kann sich in der verschiedensten Weise äussern, als Schnupfen, rheumatische Schmerzen, Neuralgie etc. Ueber das Wesen der Erkältung weiss man nichts. Da man sich aber durch entsprechende Abhärtung von Haut und Körper gegen Erkältung bis zu einem gewissen Grade schützen kann, so scheint die Haut und mit ihr die Wärmeregulation bei der Erkältung betheiligt zu sein; über

das Wie ist man im Unklaren. Die üblichste Annahme ist die, dass die Nervenenden in der abgekühlten Hautstelle erkalten und reflectorisch Störungen mancher Art auslösen.

Schutz des Körpers vor Zugluft, warme, trockene, dabei für Luft durchgängige Kleidung und Fussbekleidung, vorsichtiges Kleiden bei Witterungswechsel und Abhärtung durch kalte Uebergiessungen, Bäder etc. setzen die Zahl der Erkältungen herab.

VI. Der Einfluss der Witterung und des Klimas.

Unter Witterung versteht man den jeweiligen Zustand der Atmosphäre eines Ortes und der sich in ihr abspielenden Vorgänge für eine engbegrenzte Zeit, während man unter Klima die sämmtlichen im Laufe der Jahre beobachteten Witterungsverhältnisse einer Oertlichkeit begreift, insonderlich so weit sie unsere Gesundheit beeinflussen.

Jeder Ort hat für jeden einzelnen Tag seine Witterung, und aus der Summe der täglichen Witterungserscheinungen setzt sich sein Klima zusammen. Witterung und Klima üben direct und indirect ihren Einfluss auf den Menschen aus.

A. Die Witterung.

Das Wetter oder die Witterung wird gewöhnlich durch das Ueberwiegen eines meteorologischen Factors, z. B. der Temperatur, der Luftbewegung, der Feuchtigkeit, besonders ausgezeichnet. Bestimmung der Witterungsverhältnisse.

Zur Bestimmung der Witterung und des Klimas eines Ortes ist ausser der Festlegung der mittleren Jahres-, Monats- und Tagestemperatur von Belang die Fixirnng a) der mittleren Tagesschwankung, d. h. des Unterschiedes zwischen höchstem und niedrigstem Temperaturgrad eines Tages; diese Schwankungen betragen in unseren Breiten (Wien—Berlin) im Sommer etwa 10°, im Winter etwa 5° und im Jahr gegen 7°; b) der mittleren Jahresschwankung, d. h. der Differenz zwischen der mittleren Temperatur des heissesten und kältesten Monats; Orte mit gleichem Jahresmittel können eine ganz verschiedene Jahresschwankung haben; Dublin und Astrachan haben eine mittlere Jahrestemperatur von 11° C, die Jahresvariation aber beträgt für Dublin 11, für Astrachan 33°; c) der Veränderlichkeit der Temperatur von Tag zu Tag, d. h. des Temperaturwechsels von einem Tage zum andern; bei uns ist derselbe besonders im Beginn des Frühlings und im Winter recht erheblich; d) der absoluten und mittleren

Extreme; erstere sind die thermometrisch bestimmten Maxima und Minima einer grösseren Beobachtungsperiode, letztere die Mittelzahlen aus den Maximal- oder den Minimaltemperaturen mehrerer Jahre.

Der Wind beeinflusst die Witterung sowohl nach seiner Stärke als auch nach seiner Herkunft; in Deutschland herrschen westliche Winde vor mit im Sommer die Temperatur abschwächendem, im Winter erhöhendem Einfluss und mit erheblicher Bewölkung, sowie starken Niederschlägen; die selteneren östlichen Winde sind trockner und im Sommer wärmer, im Winter kälter als die westlichen. Die Bedeutung der Niederschläge und der Luftfeuchtigkeit ist bereits ausführlich besprochen. Um den hygienischen Werth der Niederschläge und des Windes beurtheilen zu können, sind, wie bei der Temperatur, nicht Mittelwerthe, sondern Einzelangaben erforderlich.

Das physiologische Verhalten des Menschen und damit seine Disposition für Erkrankungen ist je nach der Witterung verschieden; Wärmeabgabe, Hautthätigkeit, Urinabsonderung, Nahrungsaufnahme, Bekleidung u. s. w. sind von ihr abhängig.

Einfluss auf a) Organkrankheiten.

Auch der Wechsel im Wetter beeinflusst den Gesundheitszustand. Beim Umschlag von heller, freundlicher, warmer Witterung in kühle und feuchte sind die Erkältungskrankheiten an der Tagesordnung; geht hingegen die kühle Witterung in warme über, so treten die Darmaffectionen mehr hervor (Brechdurchfall der Kinder im Sommer).

b) Infectionskrankheiten.

Auf die Infectionskrankheiten wirkt die Witterung gleichfalls ein. So pflegen, um einige Beispiele anzuführen, bei starker Hitze die Pockenepidemien nachzulassen; selbst die Lymphe schlägt bei der Impfung weniger gut an; die Cholera wird beschränkt durch den Eintritt der Kälte; es ist eine bekannte Thatsache, dass diese Krankheit in unseren Gegenden nach dem Ausbruch von Unwettern verstärkt auftritt, während sie an anderen Orten, z. B. Calcutta, durch starke Regen vermindert wird; ferner ist die Verbreitung der Malaria an Wärmeänderungen gebunden; sinkt die Temperatur, so nimmt die Malaria ab.

Die Witterung übt auch indirect auf die Ausbreitung der Infectionskrankheiten einen Einfluss aus. Das häufigere und intensivere Auftreten der Pocken und der exanthematischen Krankheiten in den kühleren Jahreszeiten rührt nicht von dem belebenden Einfluss der Kälte auf das Pockenvirus her; die Kälte pfercht vielmehr die Menschen in den gewärmten Zimmern zusammen, wodurch die Ansteckungsmöglichkeit steigt. Auch die erschwerte

Reinlichkeit giebt Veranlassung zur Entstehung und Verbreitung von Winterepidemien.

Vielfach hat man versucht, die grössere oder geringere Sterblichkeit in den einzelnen Monaten mit den Witterungseinflüssen in Beziehung zu setzen. Die Sterblichkeit schwankt in Deutschland so, dass bei einer Durchschnittszahl von 100 Todesfällen je 91 als Minima auf die Monate Juli und November entfallen, während ein Maximum mit 112 Todesfällen im März, ein zweites mit 108 im August liegt. Der März zeichnet sich aus durch seine starken Temperaturschwankungen, verbunden mit kalten Niederschlägen, während der August Perioden hoher Temperatur bringt. Hierbei darf nicht übersehen werden, dass in der Winterakme die Erkältungskrankheiten vorwiegen, während die Sommerakme von dem Brechdurchfall der Kinder stark beeinflusst ist. c) Mortalität

Ebensowenig wie die meteorologischen Mittelzahlen über den Einfluss des Wetters ein klares Bild geben, ebensowenig ist die Mortalität allein für die gesundheitliche Würdigung massgebend, besser wären Angaben über die Morbidität. Leider versagt die Statistik in dieser Beziehung fast gänzlich, und nicht selten wird das Auftreten und Herrschen von Krankheiten mit dem Wetter in ursächliche Verbindung gebracht, ohne dass zwingende Gründe dafür vorhanden sind.

B. Das Klima.

Das Klima eines Ortes wird beherrscht durch seine Lage. Unabhängig von dem geographischen Breitengrad üben die mehr oder minder grosse Entfernung vom Meere und die geringere oder höhere Erhebung über den Spiegel des Meeres ihren Einfluss aus.

a) Das See-, Land- und Höhenklima. Das Seeklima zeichnet sich aus durch starke Luftströmungen, grossen Feuchtigkeitsgehalt, bedeckten Himmel und eine niedrige, aber gleichmässige Sommer- und relativ hohe Wintertemperatur, d. h. geringe Tages-, Monats- und Jahresschwankungen; letztere betragen in unseren Breiten nicht mehr als 15° Celsius. Seeklima.

Am Tage nimmt das Wasser eine grosse Menge Wärme auf, ohne selbst höhere Temperaturgrade zu zeigen, weitere Wärme wird zur Wasserverdunstung gebraucht, und die entstandenen Wolken halten die Sonnenstrahlen energisch zurück. Des Nachts aber giebt das Wasser weniger Wärme ab als das Land, durch Condensation der atmosphärischen Feuchtigkeit entsteht Wärme,

und zudem verhindert die Wolkenschicht die Abstrahlung; daher sind die Tage relativ kühl, die Nächte warm. Nebelbildung und Niederschläge sind häufig.

In den warmen Gegenden nimmt am Tage die über dem Festland befindliche Luft eine höhere Temperatur an und steigt auf, die kühlere Luft über dem Wasser fliesst als Seebrise dem Lande zu; Nachts, wenn die Luft über dem Wasser wärmer ist, weht vom Lande nach See zu die Landbrise.

Landklima. Das Continentalklima ist charakterisirt durch grosse Temperaturschwankungen, heisse Tage und heisse Sommer, kühle Nächte und kalte Winter, starke Jahresvariationen (über 20 bis zu 60 und mehr Graden gehend), klaren, wolkenlosen Himmel und geringere Luftströmungen. Die Wälder und Gebirge wirken hemmend auf die Winde ein. Die Luft enthält weniger Feuchtigkeit, daher ist am Tage die Sonnenstrahlung intensiver, die Erhitzung des Bodens stärker als an der Küste. Von der Erde aus durch Umwandelung der leuchtenden Strahlen in dunkle Wärmestrahlen wird die Luft wiederum erheblich erwärmt. Nachts hingegen hält keine schützende Wolkendecke die Wärme zurück, welche der Boden rasch und intensiv abgiebt; in Folge dessen findet sich oft starker Thau, während die Nebelbildung gering ist.

Höhenklima. Das Klima auf grösseren Höhen hat manche Aehnlichkeit mit dem continentalen Klima. Auf grossen Höhen ist der Luftdruck vermindert, dementsprechend auch der O- und N-Gehalt kleiner als in der Ebene; die Luft enthält wenig Staub und wenig Wasserdunst — während bis zu einer mittleren Höhe die Regenmenge bei gewissen Windrichtungen beträchtlich sein kann —, die Atmosphäre ist dünner, somit sind am Tage die Lichtfülle und die Bestrahlung stark. Der meistens trockene Boden wird kräftig erwärmt, während die Luft kühl bleibt; so zeigte z. B. die Luft auf der Faulhornspitze (2700 m) 8°, während die Bodentemperatur 16° betrug; in Davos zeigte am Mittag eines Dezembertages das Schattenthermometer —9,1°, während das den Sonnenstrahlen ausgesetzte +40° aufwies. Des Nachts sinken wegen der starken Ausstrahlung die Luft- und die Bodentemperatur bedeutend. Die kräftige strahlende Wärme gestattet also noch einen Aufenthalt in freier Luft ohne lästige Kälteempfindung bei weit unter 0° liegender Lufttemperatur, während die starke nächtliche Abkühlung wegen des Aufenthaltes im Hause nicht empfunden wird. Die Verdunstung

des Wassers von Lunge und Haut geht auf den Höhen intensiver von statten.

Die Jahrestemperatur eines Ortes nimmt für jede 100 m Erhebung um 0,57° C ab, während eine Breitenverschiebung um 1 Grad in unseren Gegenden eine Differenz von 0,8° C bewirkt.

Ueber die Einwirkung des See-, Land- und Höhenklimas auf die physiologischen Verhältnisse ist sehr wenig bekannt. Sicher ist jedoch, dass bei längerem Aufenthalt in einem ausgesprochenen Höhenklima der Appetit und der Schlaf meistens besser werden, dass eine grössere Energie der Haut-, Muskel- und Nerventhätigkeit eintritt, dass die Frequenz und Tiefe der Athemzüge, sowie die Zahl der Pulsschläge sich heben, der ganze Stoffumsatz beschleunigter wird, und dass schon nach acht bis vierzehn Tagen die Zahl der rothen Blutkörperchen um etwa 16 % steigt. Beim Abstieg in das Tiefland folgt eine ebenso rasche Rückkehr auf die frühere Zahl. Ob das Ansteigen auf einer Vermehrung oder einem lebhafteren Kreisen der Blutkörperchen in den peripheren Theilen des vom Druck theilweise entlasteten Körpers beruht, ist noch unbestimmt. Ein regerer Stoffumsatz pflegt ebenfalls stattzufinden bei grösseren Seereisen und längerem Aufenthalt an der Küste. Einfluss des Klimas.

Im See- und Höhenklima kommt der Brechdurchfall der Kinder weniger häufig vor als im Continentalklima. Von der Phthise wird behauptet, sie sei im Seeklima seltener als im Continentalklima, jedoch ist diese Behauptung noch nicht genügend gestützt; im ausgesprochenen Höhenklima kommt sie indessen zweifellos seltener vor. Ebenso ist dort die Malaria selten, und es ist eine bekannte Thatsache, dass Gelbfieber vor grösseren Gebirgszügen Halt macht. Auch die Cholera verbreitet sich in hoch gelegenen Gegenden weniger leicht; letztere Erscheinung dürfte indessen mehr auf den geringen Verkehr als auf eine specifische Wirkung der Höhen zurückzuführen sein.

b) Das Polarklima. Das Polarklima umfasst jene Bezirke, deren mittlere Jahrestemperatur unter 0° hinabgeht. Bei der sehr spärlichen Bevölkerung dieser Gegenden steht der Kampf mit dem Hunger und der Kälte in der ersten Linie. Der Tod durch elementare Gewalt ist häufiger als in den anderen Klimaten. Die lange Winternacht macht ihren deprimirenden Einfluss geltend durch Störungen der Blutmischung; Anämie, Hydrämie sind häufig. Unter den Infectionskrankheiten prävaliren die exanthematischen Affectionen (Pocken), wahr-

scheinlich wegen des dichten Znsammenlebens; die Tuberkulose soll in einzelnen Bezirken oft, in anderen selten auftreten; Sommerdiarrhöen und Malaria fehlen. Genaue statistische Daten giebt es nicht.

c) Die gemässigte Zone umfasst die Regionen, deren Jahrestempeiatur zwischen + 25° und 0° liegt. Es erscheint überflüssig, an dieser Stelle besonders auf die hygienischen Verhältnisse des gemässigten Klimas hinzuweisen, weil sich darauf die gesammten Abhandlungen dieses Buches beziehen, wenn nicht das Gegentheil hervorgehoben ist.

d) Das Tropenklima. Diejenigen Gebiete der Erde, deren mittlere Temperatur 25° und darüber beträgt, bilden die Tropenregion. Sie liegt zum grössten Theil innerhalb der Wendekreise. Selbstverständlich ändert auch hier die Höhenlage und die Nähe grosser Wasserflächen das Klima. Die hohe Wärme ist für die Tropen der Ausschlag gebende Factor; es kommen Temperaturen von mehr als 50° im Schatten vor. Wesentlich mitbestimmend ist die Feuchtigkeit. In den eigentlichen Tropen ist grosser Wassergehalt der Luft die Regel; die Wüsten liegen mehr an den Grenzen der heissen Zone, dort, wo die trockenen Aequatorialwinde zur Erde niedersinken. Die Jahreszeiten werden hauptsächlich durch die Richtung der herrschenden Winde und die Niederschläge bestimmt, man spricht deshalb auch gewöhnlich von trockner Zeit und Regenzeit. Die Regen erfolgen gewöhnlich zur Zeit des höchsten Sonnenstandes, die meisten Gegenden haben eine, einige zwei Regenzeiten.

Der Aufenthalt in den Tropen macht in verschiedener Beziehung seine Wirkung geltend. Zuvörderst tritt eine starke Schweisssecretion auf und erzeugt bei vielen Personen einen sehr lästigen Schweissfriesel. Der Wasserverlust veranlasst zu starkem, oft zu übermässigem Trinken, welches vielfach als ein Grund für Magen- und Darmkatarrhe gilt. Chronische Diarrhöen oder hartnäckige Verstopfungen, chronische Magenerkrankungen, Dyspepsien, Leberaffectionen sind in den Tropen häufig. Der Appetitmangel verführt zum übermässigen Genuss starker Reizmittel, wodurch der Zustand nur verschlechtert wird.

Ausserdem zeigt sich in den Tropen bald eine gewisse Mattigkeit, welche man früher auf Anämie zurückführte. Zählungen haben indessen ergeben, dass die Zahl der rothen Blutkörperchen nicht verringert ist. Dass nach manchen Krankheiten die Zahl der Blutkörperchen auch in den Tropen ver-

mindert wird, steht fest, im Uebrigen aber ist die Frage, ob eine genuine Tropenanämie besteht, noch nicht spruchreif. Die „Anämie“ ist wohl zu unterscheiden von der „blassen Farbe“, welche dadurch entsteht, dass die Europäer sich ängstlich vor der Einwirkung der directen Sonnenstrahlen hüten. Sehr störend und schwächend ist die nicht selten auftretende Schlaflosigkeit; die starke Hitze, die aufregende, aufreibende berufliche Thätigkeit und geringe körperliche Bewegung sind die hauptsächlichsten Veranlassungen derselben.

Durch die Hitzwirkung, den schlechten, nicht erquickenden Schlaf und die Verdauungsstörungen wird die Thatkraft gelähmt und der Körper schlaff.

Die Gesammtwirkung der Tropen äussert sich daher nicht in einer ausgesprochenen Erkrankung, sondern in einer allgemeinen Erschlaffung, einer geistigen Indifferenz und einer geringen körperlichen Widerstandsfähigkeit gegen herandrängende Krankheiten.

Die Zahl und Schwere der letzteren aber ist bedeutend, und sie allein verhindern anscheinend die Acclimatisation. Das gelbe Fieber, die Cholera, die Dysenterie und die Malaria treten in den Tropen intensiver auf als in den gemässigten Breiten. Häufig sind ferner Leber-, Herz- und Nierenleiden; in einigen Gegenden sind auch Hitzschlag und Sonnenstich nicht ohne Einfluss auf die Gesammtmortalität.

Die wichtigste, weil bösartigste und häufigste Erkrankung ist die Malaria; sie ist es, welche mit ihren ewigen Rückfällen, mit ihrer zuletzt eintretenden Kachexie den dauernden Aufenthalt in vielen Tropenbezirken unmöglich macht und meistens die Acclimatisation des Individuums und wohl auch der Rasse verhindert. Nur sehr wenig Individuen der arischen Rasse besitzen ihr gegenüber eine relative Immunität. Der Malaria zunächst, aber immer noch weit hinter ihr, steht die Ruhr.

C. **Die Acclimatisation.**

Die Anpassung des Individuums oder der Rasse an das Klima und die aus dem Klima direct oder indirect entstehenden Beeinflussungen nennt man Acclimatisation. Der Tropenbewohner passt sich leicht den kühleren Klimaten an, dahingegen ist die Acclimatisation an die Tropen schwierig. a) Individuum

Zunächst ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass der Einwanderer zur gesunden Jahreszeit an seinem tropischen Be-

stimmungsort ankomme. Es ist ein alter Erfahrungssatz, dass Neuankömmlinge von den Infectionskrankheiten der Tropen mit Vorliebe befallen werden, während sich später eine gewisse Immunität herausbildet. Leider liegen bei der Malaria die Verhältnisse umgekehrt; die Empfänglichkeit für diese Krankheit wächst meistens mit der Zeit des Aufenthaltes in den Tropen.

Der Eingewanderte soll danach streben, seinen Körper frisch und kräftig zu erhalten; Mässigkeit in Speise und Trank ist deswegen zu empfehlen. Vor Allem ist Vorsicht im Genuss der Alcoholica anzurathen. Wasser oder Wasser mit Rothwein ist das zusagendste Getränk bei Tische; in den Zwischenzeiten diene Wasser mit Zusatz von etwas Fruchtsaft oder kohlensaures Wasser oder dünner Thee bezw. Kaffee zum Löschen des Durstes. Branntwein in jeder Form werde gemieden. Bei schwerer körperlicher Arbeit ist das nämliche Kostmass wie in gemässigten Breiten zuzuführen, da die gleiche Kraft für die Arbeit nothwendig ist. Der hierbei erzeugte Wärmeüberschuss (höchstens 29 % des Stoffumsatzes werden zur Arbeit verwendet, die übrigen 71 % entfallen auf die Wärmeproduction,) muss hauptsächlich durch Wasserverdunstung abgegeben werden. Ueppige Mahlzeiten und angestrengte Arbeit sind daher in heissen Gegenden mit hoher Luftfeuchtigkeit möglichst zu vermeiden, da sie Störung der Wärmeregulation, Hitzschlag, bedingen können. Dahingegen ist eine gewisse körperliche Anstrengung in den kühleren Tagesstunden entschieden dienlich, und es wäre zu wünschen, dass die hauptsächlich von den Engländern geübten Spiele auch von unseren Landsleuten mehr gepflegt würden.

Bäder, kalte Uebergiessungen sind günstig, dürfen jedoch nicht übermässig in Anwendung gebracht werden. Dem Schlaf müssen mindestens 8 Stunden gewidmet werden. Gute, weit abstehende Mosquitonetze sind in manchen Gegenden ein absolut erforderliches Requisit. Das Schlafen auf dem Erdboden ist dringend zu widerrathen. Die Kleidung sei leicht; indessen werde dort, wo starke Temperaturschwankungen bestehen, Wolle bevorzugt oder entsprechende Oberkleidung angelegt. Jede Erkrankung muss ernst genommen und ärztliche Hilfe frühzeitig gesucht werden. Da die Infectionskrankheiten das eigentliche Hinderniss für die Acclimatisation darstellen, so sind dieselben in erster Linie zu bekämpfen; vor allen muss versucht werden, die Malaria zu beseitigen (siehe diese).

b) Rasse. Gelingt es dem Individuum, sich jahrelang in den Tropen relativ gesund zu erhalten, so ist damit noch nicht die Beständig-

keit der Rasse garantirt. Zur Zeit giebt es kaum einen wirklich tropischen Bezirk, in welchem eine aus kühleren Breiten eingewanderte Bevölkerung es vermocht hat, sich ohne Zuzug von der Heimath auf ihrem Stande zu erhalten, geschweige sich zu vermehren.

Es scheint, dass hauptsächlich die Frauen unter dem Einfluss der Tropen leiden; sie werden bald matt und alt, die Conceptionen nehmen ab, die Aborte sind zahlreich, und in der dritten Generation ist Sterilität eine häufige Erscheinung. Die Kinder entwickeln sich anfänglich gut; aber gegen das zehnte Jahr werden sie matt, beginnen zu kränkeln, sind wenig widerstandsfähig, und die grössere Anzahl unterliegt intercurrenten Krankheiten.

Um die Acclimatisation der Rasse zu fördern, ist in erster Linie den Frauen zu empfehlen, nach den vorhin gegebenen Regeln möglichst hygienisch zu leben; insonderlich ist körperliche Bewegung und etwas körperliche Arbeit zu verlangen. Genitalleiden sind sofort zweckentsprechend zu behandeln. Wenn die Kinder in ihrer Entwickelung stehen bleiben und die Zeichen der Erschlaffung zeigen, so müssen sie in höhere, kühler gelegene Bezirke oder in gemässigte Zonen geschickt werden, um oft erst nach der Pubertät wieder zurückzukehren.

Die Hauptsache aber ist und bleibt die Aufbesserung der hygienischen Verhältnisse; insonderlich ist alles, was dazu beiträgt, die Infectionskrankheiten zu beschränken, von der grössten Wichtigkeit für die Acclimatisation. Gerade mit Rücksicht auf die Infectionen darf die Hygiene nicht bei den Europäern stehen bleiben, sondern sie muss sich auch auf die Eingeborenen erstrecken, da von ihnen aus die Krankheiten auf die ersteren übermittelt werden. Die Hauptsorgfalt werde unbedingt der Bekämpfung der Malaria zugewendet.

Die Juden und die südeuropäischen Völker acclimatisiren sich weniger schwer als die mittel- und nordeuropäischen.

Die aus Mischehen von Europäern und eingeborenen Frauen hervorgegangenen Nachkommen sind gegen die klimatischen Einflüsse wesentlich resistenter als die Kinder der Europäer.

Litteratur: Hann, Handb. d. Klimatologie. Wien 1883. Rubner, Lehrb. d. Hyg., 1895. Zeitschr. für Biol., Bd. 21. Arch. für Hyg., Bd. 16. M. Renk, Die Luft, im Handb. v. Pettenkofer u. Ziemssen, 1885. Flügge, Grundriss der Hygiene, 1894. Assmann, Klima, Schelling, Acclimatisation, beide in Weyl's Handb., Jena 1894. van Bebber, Hygienische Meteorologie, 1895.

Das Wasser.

1. Die allgemeinen Eigenschaften des Trink- und Hausgebrauchswassers.

Von einem Wasser, welches als Trinkwasser dienen soll, ist zu verlangen, dass es

1. giftige Stoffe oder Krankheitserreger nicht enthalte,
2. nicht die Möglichkeit biete, dass Gifte oder pathogene Bacterien hineingelangen,
3. Eigenschaften besitze, welche zu seinem Genuss und Gebrauch anregen,
4. in reichlicher Menge vorhanden und billig sei.

Die Anforderungen an das Wasser für den Hausgebrauch müssen ganz dieselben sein, wie die für das Trinkwasser, nur kann die eine oder andere der unter 3 angedeuteten Eigenschaften fehlen.

A. Giftige Stoffe und Krankheitserreger im Wasser.

a) Gifte. Gifte können in Trink- und Nutzwässer gelangen aus nahe gelegenen, schlecht gehaltenen Fabrikanlagen, welche Gifte produciren oder ausscheiden. Die Art des Betriebes wird auf die Gifte direct hindeuten; der Nachweis geschieht nach den Regeln der Chemie.

Vorkommen von Blei

Nicht selten findet sich Blei in dem Leitungswasser, welches den Bleirohren entstammt. Man nimmt an, dass Blei dann hauptsächlich in Lösung geht, wenn das Wasser sehr arm an Salzen der alkalischen Erden ist, reichlich freie Kohlensäure enthält, und wenn zugleich die Luft längere Zeit in den Bleirohren steht. In einem solchen Falle wird kein schützender Ueberzug aus kohlensaurem Kalk gebildet, die Luft kann direct auf das Blei einwirken, und es soll Bleihydroxyd entstehen, welches bei Anwesenheit von Kohlensäure in Bleicarbonat

und das leicht lösliche Bicarbonat übergeht. Sobald die Anwesenheit von Blei durch Schwefelwasserstoff sichtbar gemacht werden kann, ist das Wasser zum Genuss unzulässig.

Behufs Untersuchung des Wassers auf Blei werden zwei l Wasser mit Salpetersäure bis auf 150 ccm eingedampft, mit kohlensaurem Natron abgestumpft und mit essigsaurem Natron versetzt. Das gelöste Blei wird durch Schwefelwasserstoff gefällt, auf einem Filter gesammelt und mit Schwefelwasserstoffwasser ausgewaschen; dasFilter und sein Inhalt werden getrocknet und unter Zuleitung von Wasserstoff zu Schwefelblei geglüht; die erhaltenen mg Schwefelblei mit 0,866 multiplicirt, ergeben die mg Blei. Untersuchung auf Blei.

b) Krankheitserreger im Wasser. Alle Krankheitskeime können hier und da im Wasser vorkommen. Von besonderem Belang sind die Erreger der Cholera und des Typhus, sowie einige Entozoen.

Der Wege, auf welchen die pathogenen Keime in den menschlichen Körper eindringen können, sind viele, und einen derselben bildet das Wasser. Durch irgend einen Zufall, z. B. durch das Waschen von Cholerawäsche am Brunnen, durch das unvorsichtige Ausschütten von Steckbecken, durch die Defäcation am Rande offener Wässer oder direct in das Wasser hinein (Schiffer, Flösser) können die Krankheitskeime in das Wasser gerathen. Bacterien im Wasser

Nur selten sind in unseren Gegenden die Bedingungen gegeben, welche eine Vermehrung der Cholera- und der Typhusbacillen im Wasser gestatten. Dahingegen vermögen sich die Keime auch in unserem Klima einige, unter Umständen sogar längere Zeit im Wasser zu halten. Die Lebensdauer hängt von äusseren Umständen ab; in reinem Brunnenwasser von etwa 10° scheinen Cholerabacillen nicht länger als 3, Typhusbacillen nicht länger als 8 Tage lebendig zu bleiben; gelangen aber die Bacterien zur Sommerzeit in Tümpel, Bäche, Seen, kurz in Oberflächenwässer, so finden sie viel günstigere Bedingungen, vor Allem höhere Temperatur und besseres Nährmaterial, die Lebensdauer ist daher eine längere; unter besonders günstigen Verhältnissen, z. B. an Nahrungscentren kann sogar eine Vermehrung eintreten.

Die Seuchenausbrüche nach Genuss inficirten Wassers haben in vielen Fällen etwas Explosionsartiges: in wenig Tagen erkrankt eine grössere Anzahl von Individuen, — aber ebenso rasch geht die Erkrankungsziffer wieder zurück. Gerade die letzten Jahre haben uns eine grosse Reihe von Seuchenausbrüchen gebracht, welche durch Wasser vermittelt wurden, es sei nur an Hamburg, Nietleben, Stettin u. s. w. erinnert. In

Hamburg deckte sich das Verbreitungsgebiet der Cholera genau mit dem Wasserversorgungsgebiet. Die folgende Abbildung zeigt, wie scharf die Cholera mit der Stadtgrenze Hamburgs, die zugleich die Grenze der Wasserversorgung ist, abschneidet. Die im Altonaer Gebiet eingezeichneten Kreise mit Punkt ⊙ beziehen sich auf Cholerafälle, die ätiologisch sicher auf Hamburg zurückzuführen sind.



Fig. 19. Die Cholera an der Grenze von Hamburg und Altona in den vier Monaten August bis November 1892. Die durchgehende Linie stellt die Landesgrenze dar. (Aus: Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. 10. Gaffky)

Schwierigkeit des Nachweises.

Leider gelingt es nicht leicht, die Infections-Erreger im Wasser aufzufinden; zunächst, weil man nur geringe Quantitäten im Verhältniss zu der ganzen verdächtigen Wassermasse untersuchen kann, und es durchaus nicht gesagt ist, dass gerade in der untersuchten Probe Krankheitskeime enthalten sind; ferner, weil man gewöhnlich mit der Untersuchung zu spät kommt, denn stets vergeht einige Zeit zwischen Infection und Ausbruch der Krankheit, gewöhnlich verstreicht eine weitere Zeit, bis der Verdacht auf das Wasser gelenkt ist, und beide Zeiträume vereint dürften meistens grösser sein, als die Aufenthaltsdauer der

pathogenen Bacterien im Wasser. Unter günstigen Umständen gelingt es dennoch, die Keime aufzufinden. Schon kurz nach der Entdeckung der Cholerabacillen fand R. Koch sie in dem Wasser eines Tanks zu Calcutta; in den letzten Jahren sind sie häufig in Fluss- und Brunnenwässern des In- und Auslandes aufgefunden worden. Auch Typhusbacillen hat man aus dem Wasser herausgezüchtet.

Methode des Nachweises.

Zur Untersuchung auf Typhusbacillen füllt man ein sterilisirtes Erlenmeyer'sches Kölbchen mit dem fraglichen Wasser und fertigt, möglichst sofort, nach den weiter unten angegebenen Regeln, Plattenculturen an. Die entstandenen Kolonien werden mit blossem Auge, der Lupe und dem Mikroskop untersucht. Von den Kolonien, welche möglicherweise Typhus sein können (s. Fig. 148 und 149), werden Abstiche in Röhrchen mit etwa 12 ccm frisch aufgekochtem Traubenzuckeragar gemacht und für 24 bis 48 Stunden in den Brütapparat gestellt. Bleibt Wachsthum aus, oder bildet sich Gas in den Kulturen, so liegen Typhusbacillen nicht vor. Im anderen Falle werden Präparate gemacht und hohle Objectträger angesetzt. Aus den Röhrchen, welche in Form und Bewegung den Typhusbacillen ähnliche Mikroben enthalten, werden neue Platten angefertigt und Kulturen in Milch, Peptonkochsalzwasser, Gährungskölbchen mit Fleischwasser und auf Kartoffeln angelegt, auch wird die Färbung der Cilien vorgenommen. Die Typhusbacillen bilden in Milch und in Gährungskölbchen kein Gas, lassen die Milch nicht gerinnen, geben in Peptonwasser die Reaction auf salpetrige Säure und Indol nicht und wachsen auf den meisten Kartoffeln in Gestalt einer fast unsichtbaren glatten Haut; die Cilien sind meistens länger und zahlreicher als beim Bacterium coli.

Alle diese Versuche müssen immer gleichzeitig mit einer echten Typhuskultur und mit einer Kultur von Bacterium coli comm. angestellt werden, um Vergleichsobjecte zu haben. Nur bei allgemeiner Uebereinstimmung der echten Kultur mit der verdächtigen darf man die Diagnose „Typhusbacillen" aussprechen.

Zur Untersuchung auf Cholera füllt man etwa 100 ccm des verdächtigen Wassers in Kölbchen, setzt 10 ccm einer 10proc. Peptonkochsalzlösung hinzu und stellt die Kölbchen in den Brütapparat. Im Wasser enthaltene Vibrionen wachsen schon in kurzer Zeit (6—12—24 Stunden) aus und schwärmen lebhaft an der Oberfläche der Flüssigkeit herum, nicht selten haben sie schon in dieser Zeit „Häutchen" gebildet. Man entnimmt ein Tröpfchen von der Oberfläche, mikroskopirt und fertigt, wenn sich Vibrionen finden, sowohl Gelatine- als auch Agarplatten an, erstere werden bei 21°, letztere bei 37° gehalten. Bereits nach 12 Stunden lassen sich auf den Agarplatten die bläulich glänzenden Vibrionenkolonien erkennen, die zur Färbung und zur Beschickung von Peptonkochsalzwasserröhrchen dienen, mit welchen nach wiederum 12 Stunden die Nitrosoindolreaction angestellt wird. Dieselbe fällt bei Cholera positiv aus, d. h. es entsteht nach Zusatz einiger Tropfen H_2SO_4 zu der Reagensglaskultur eine röthliche Färbung.

Sehr wichtig für den Nachweis ist das Wachsthum der Cholera auf den Gelatineplatten (s. die Abbildungen No. 151 und 152). Im Wasser kommen eine grössere Anzahl von Vibrionenarten vor, welche den Cholera-

vibrionen so ähnlich sind, dass mit den besprochenen Methoden allein ein sicheres Unterscheiden nicht möglich ist; fast ebenso ist es mit den Typhusbacillen und den ihnen verwandten Mikroben.

Um eine sichere Diagnose zu erzielen, dienen Immunisirungsversuche:

a) nach der Methode von Pfeiffer.

Man immunisirt ein Meerschweinchen gegen hohe Gaben von Typhus- bezw. Cholerabacillen und gewinnt aus dem Blut ein kräftiges Immunserum. Von diesem mischt man diejenige Menge, welche im Stande ist, die zehnfach tödtliche Dosis einer hoch virulenten, 20 Stunden alten Agarkultur unwirksam zu machen, mit 1 ccm Bouillon und 2 mg (1 Oese) der zu prüfenden Bacterienart und injicirt die Mischung in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens. Entnimmt man mit einer Glascapillare alle 20 Minuten einen Tropfen Bauchhöhlenflüssigkeit, so sieht man, dass die Bacillen weniger und unbeweglich geworden sind, und dass sie zerfallen, oder bei der Cholera sich in Körnchen auflösen; ausserdem bleibt das Thier am Leben. Ist die Kultur nicht Cholera bezw. nicht Typhus, so vermehren sich die Bacillen und das Thier geht unter starkem Temperatursturz zu Grunde.

b) Nach der Methode von Gruber-Durham-Pfeiffer mischt man kräftiges Immunserum mit der fünfzigfachen Menge einer 2 Stunden alten virulenten Typhus- bezw. Cholerakultur und sieht dann im hohlen Objectträger, wie die Bacillen unbeweglich werden, und schon nach wenigen Minuten sich zu Häufchen zusammen legen. Ist die Kultur kein Typhus bezw. keine Cholera, so bewegen sich die Bacillen weiter und Häufchenbildung tritt nicht ein. Im Reagensglas, mit etwa 2 ccm Masse angestellt, kann man mit blossem Auge verfolgen, wie bei positivem Ausfall in der ursprünglich gleichmässig trüben Flüssigkeit die Bacterien sich zusammenschliessen, zu Boden sinken und eine klare Flüssigkeitsschicht über sich entstehen lassen. (Widal wendete dieses Verfahren im umgekehrten Wege an: setzt man zu dem Blutserum eines Kranken die fünfzigfache Menge einer 20 Stunden alten virulenten Typhusbouillonkultur und tritt dann im hohlen Objectträger Agglutinirung (Häufchenbildung) ein, so liegt Typhus vor, Widal'sche Reaction).

Malaria- und Dysenterie-Erreger.

Ausser den vorstehend besprochenen können auch andere Krankheiten durch das Wasser verbreitet werden. So ist es nicht ausgeschlossen, dass die Malariaprotozoen in einzelnen Fällen durch den Genuss eines Wassers in den Menschen gelangen.

Mit mehr Wahrscheinlichkeit nimmt man von der Ruhr an, dass sie durch Trinken inficirten Wassers entstehe, obschon es bis jetzt nicht gelungen ist, ihre Erreger darin zu finden.

Entozoen im Wasser.

Ascaris lumbricoides, Oxyuris vermicularis, Taenia solium, Trichocephalus dispar, Distoma hepaticum, und das für den Menschen wichtigere Distoma haematobium, die Larve der Filaria medinensis, die Filaria sanguinis hominis, die Anchylostomen werden hier und da mit dem Wasser eingeführt. Zur Erkennung dieser Wesen dient das Mikroskop. (Fig. 20—26.)

Noch ist zu berücksichtigen, dass man es mit Eiern, Larven und vollausgebildeten Thieren zu thun haben kann, und dass

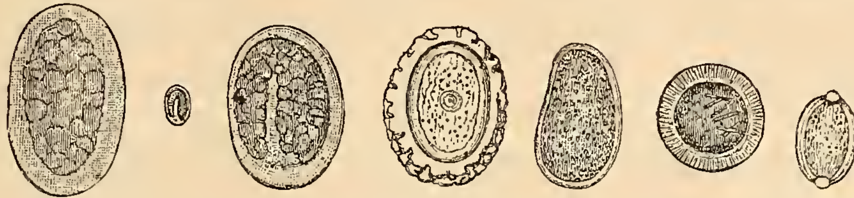


Fig. 20. Ei von Anchylostomum duodenale (500fache Vergrösserung). Fig. 21. Ei von Anch. duod., weiter entwickelt (100f. V.). Fig. 22. Dasselbe Ei (500fache V.). Fig. 23. Ei des Spulwurmes, Ascaris lumbricoides (500fache V.). Fig. 24. Ei des Pfriemenschwanzes, Oxiuris vermicularis (500f. V.). Fig. 25. Ei des gewöhnlichen Bandwurmes, Taenia solium (500f. V.) Fig. 26. Ei des Peitschenwurmes, Trichocephalus dispar. (500f. V.)

Zwischenwirthe existiren, von welchen leider erst wenige bekannt sind.

B. Der Intoxication und Infection verdächtige Wässer.

Trotz der in den letzten Jahren sehr vervollkommneten Methoden bleibt es doch ein mehr oder minder grosser Zufall, wenn pathogene Bacterien oder Entozoen im Wasser angetroffen werden; um so grösseres Gewicht muss daher auf die zweite Forderung gelegt werden: es soll auch die Möglichkeit ausgeschlossen sein, dass Gifte und Krankheitskeime in ein Wasser gelangen können. Zum Nachweis dieser Möglichkeit dienen in erster Linie

a) Die örtlichen Verhältnisse. Sehr häufig sind sie für die Beurtheilung eines Wassers geradezu bestimmend.

Nähe von Fabriken.

Bezüglich der toxischen Stoffe verdient die Lage der Wasserbezugsquelle zu Fabriken mit giftigen Producten besondere Beachtung.

Da die Krankheitserreger bis auf wenige Ausnahmen, z. B. Malaria, an den Menschen und an seinen Verkehr geknüpft sind, so bieten alle diejenigen Wässer die Möglichkeit einer Infection, welche durch Bacterien aus der Nähe des Menschen verunreinigt werden können.

Offene Wässer.

Hierzu gehören in erster Linie die offenen Wässer stark bewohnter und bebauter Gegenden, die Flüsse, Seen, Teiche, offenen Reservoire und offenen Brunnen. Durch den Wind, besonders aber durch Waschwasser, Stadtabwasser und das durch Regengüsse erzeugte Oberflächenwasser werden grosse Mengen

von Bacterien und gegebenen Falles auch pathogene hinein gebracht.

Alle diese Wässer sind daher, ganz unabhängig von ihrer chemischen oder bacteriologischen Beschaffenheit, als verdächtig zu bezeichnen und als Trink- und Hausgebrauchswasser zu beanstanden.

Ist das Oberflächenwasser nicht durch seine Lage geschützt, und muss es trotzdem zur Versorgung herangezogen werden, so ist es vor dem Genuss bezw. Hausgebrauch von den darin enthaltenen Keimen zu befreien; das geschieht durch Erhitzen, durch Abkochen, durch Filtration, oder durch chemische Mittel z. B. Zusatz von Chlorkalk oder noch besser von Brom.

Quell- und Brunnenwässer.

Wie wir sehen werden, ist gewachsener feinporiger Boden nur in seinen oberen Schichten, bis durchschnittlich in etwa 4 m Tiefe bacterienhaltig. Auf die Erde gelangte Infectionserreger werden in den oberen Bodenlagen zurückgehalten und gehen dort über kurz oder lang zu Grunde. Ist der Boden aber weitporig oder zerklüftet, dann kann das Oberflächenwasser möglicherweise direkt, ohne sich durch Filtration von den Bacterien gereinigt zu haben, in das Grundwasser gelangen. Die tieferen feinporigen Bodenlagen und das in ihnen stehende Wasser sind keimfrei. Ein bis in diese Bezirke „wasserdicht" hinabgeführter Brunnen enthält daher ein unverdächtiges Wasser. Reicht indessen der Brunnen nicht in die bacterienfreien Bodenschichten hinein, ist seine Eindeckung undicht, sind seine Wandungen durchlässig construirt, oder ist der Boden weitporig, so können zufällig in die Nähe des Brunnens gebrachte pathogene Keime ohne grössere Schwierigkeiten durch den Deckel, von der Seite oder von unten her in den Brunnen gelangen.

Der Grad der Verdächtigkeit oder mit anderen Worten die Grösse der Infectionsgefahr hängt von localen Umständen ab. Der Brunnen des einsam gelegenen Bauernhauses oder der vom Garten eingeschlossene Brunnen der Vorstadtvilla ist trotz seiner schlechten Construction und mangelhaften Eindeckung so lange ungefährlich, bis eines der Familienmitglieder an infectiöser Krankheit erkrankt. Der undichte Gemeindebrunnen des Dorfes hingegen, der schlechtgedeckte, am Rinnstein stehende Strassenbrunnen der Ortschaften, der Ziehbrunnen oder die offene Quellenstube der Landstrasse sind nie unverdächtig, weil man keinen Augenblick sicher ist, dass nicht irgendwoher Krankheitskeime dahinein übertragen werden. Liegen dicht neben derartigen Wasserbezügen Dungstätten oder Jauchegruben, sind stagnirende

Pfützen vorhanden, wird am Brunnen gewaschen, so ist damit die Infectionsmöglichkeit wesentlich gesteigert.

Aus dem Vorstehenden folgt, dass die örtlichen Verhältnisse meistens über die Möglichkeit einer Infection eines Wassers entscheiden. Die richtige Abschätzung dieser Verhältnisse, die sachverständige Beurtheilung der Construction der Wasserbezüge birgt die Lösung der ganzen Wasserfrage, soweit dabei die Infectionsmöglichkeit des Wassers in Betracht kommt.

Zeigt die Oertlichkeit eine Gefahr an, dann kann weder die chemisch gute Beschaffenheit, noch die Keimarmuth über diese Gefahr hinwegtäuschen. Ist andererseits der Brunnen gut construirt, oder ist die Oertlichkeit ungefährdet, dann wird eine hohe Bacterienzahl, eine nicht gute chemische Beschaffenheit noch nicht für eine Infectionsmöglichkeit sprechen.

b) Die bacteriologisch-mikroskopische und die chemische Untersuchung. Diese Methoden müssen herangezogen werden, wenn die lokalen Verhältnisse nicht klar liegen. Leider vermögen sie über die Infectionsmöglichkeit nur in relativ seltenen Fällen eine sichere Auskunft zu geben.

Ihren Hauptwerth haben sie vielmehr, wenn es gilt, über die Annehmlichkeit und die mehr oder minder grosse Gebrauchsfähigkeit eines Wassers ein Urtheil zu gewinnen und bei sonst gut angelegten Wasserbezügen eine gewisse Controle auszuüben, ob die ursprünglich guten Verhältnisse auch Bestand haben.

Die chemische Untersuchung des Wassers ist überdies ein vorzügliches Mittel, um den Grad der Bodenverunreinigung festzustellen, und sie wird vielfach die Handhabe bieten zu wichtigen sanitären Massnahmen.

Küchenabfälle und Fäcalreste

Zeigt das Mikroskop in dem Sediment des freien Wassers oder im Schlamm Partikelchen, welche auf den Menschen und seine Haushaltung hindeuten, finden sich Stärkekörner von Getreide oder Kartoffeln, Stückchen Holzkohle und Aehnliches oder gar Fäcalreste, z. B. Fleischtheilchen, welche durch Imbibition mit Gallenfarbstoff als gelbe Schollen sich darstellen, so ist die gefährdende Verunreinigung erwiesen, und die Möglichkeit der Infection liegt vor.

Derartige Befunde sind nicht häufig, und es wird daher vielfach die bacteriologische Untersuchung zur Hülfe herangezogen.

Die grosse Zahl der Bacterien im Wasser.

Man hat gemeint, dass eine grosse Zahl von Mikroorganismen in einem Wasser auf unreine bacterienhaltige Zuflüsse schliessen

lasse, und dass dorthin, wohin unschädliche saprophytische Bacterien kämen, auch bei Gelegenheit pathogene Keime gelangen könnten, man hielt deshalb eine grosse Bacterienzahl in einem Brunnenwasser für ein verdächtiges Zeichen; diese Folgerung war nicht richtig.

Die Vermehrung zufällig hineingelangter Keime.

Schon bei der Construction gelangen in jeden Brunnen Bacterien hinein; manche Arten vermehren sich in dem reinen Brunnenwasser und finden sich später in erheblicher Anzahl, wenn sie nicht im Laufe der Zeit absterben, oder durch Sedimentiren aus dem Wasser grösstentheils verschwinden, oder durch Abpumpen entfernt werden. Eine grosse Zahl von Mikroorganismen an und für sich ist daher für unreine Zuflüsse noch nicht beweisend.

Der geringe Einfluss des Abpumpens auf die Keimzahl

Auch die Verringerung der Bacterienzahl durch Abpumpen spricht nicht gegen die Möglichkeit der Verunreinigung bezw. nicht gegen eine Infectionsgefahr, denn zunächst ist die Wirkung des Abpumpens auf die Bacterienzahl nicht constant, sie hängt vielmehr ab von dem Verhältniss der entfernten zur ganzen Wassermasse einschliesslich des Zuflusses, sowie von dem Keimgehalt des Pumpenrohres und der Pumpe, und dann zeigt sie intermittirende Zuflüsse überhaupt nicht an. Ebensowenig ist die Anzahl der Arten für den Nachweis einer Infectionsmöglichkeit zu verwerthen.

Artenzahl.

Wenn auch im verunreinigten Wasser mehr Bacterienarten enthalten sind als im reinen, so verschwinden sie doch, wenn der Zufluss nicht continuirlich ist, bald aus dem Wasser, und ferner richtet sich der Artenreichthum auch nach der chemischen Beschaffenheit des Brunnenwassers, nach der Beschaffenheit des Pumpapparates, nach der absoluten Wassermenge, nach der Bewegung und Nähe des Brunnenschlammes, der Temperatur und nach manchen anderen Verhältnissen.

Die *chemische Untersuchung* lässt im Wasser die Zersetzungsproducte der auf oder in den Boden gebrachten Verunreinigungen erkennen.

Die Producte der Zersetzung.

Unter diesen steht in erster Linie die organische Substanz; dann folgen das Ammoniak und die salpetrige Säure, zuletzt die Kalksalze, die Chloride und Nitrate. Alle diese Stoffe weisen auf eine Verunreinigung des Bodens bezw. des Wassers hin, sind aber an sich unschädlich und können als wasserlösliche Substanzen niemals eine ungenügende Filtration für die corpusculären Elemente, die Bacterien, angeben. Die Wege, welche die gelösten Stoffe einschlagen, um in die Brunnen zu gelangen, sind meistens andere als diejenigen, welche die Bacterien benutzen. Letztere

gelangen durch die weiteren Kanäle und rasch von der Bodenoberfläche in die Brunnen hinein; erstere können dieselben Wege gehen, sie können jedoch auch die engsten Kapillaren durchwandern, und es vergehen oft Wochen und Monate, ehe sie das Brunnenwasser erreichen.

Der blosse chemische Befund ohne genaue Kenntniss der Oertlichkeit sagt also über die Infectionsmöglichkeit nichts aus, aber er weist event. auf eine starke Verunreinigung des Bodens hin und giebt dadurch die Veranlassung zu einer sorgfältigen örtlichen Untersuchung und zur Abstellung unhygienischer Zustände, welche die Reinhaltung des Bodens und des Wassers betreffen.

C. Eigenschaften, welche ein Wasser zum Genuss und Gebrauch angenehm machen.

Ein Wasser ist appetitlich, zum Genuss anregend, wenn es kühl, gleichmässig temperirt, klar, farb- und geruchlos und von angenehmem, erfrischendem Geschmack ist, und wenn es keine Substanzen enthält, die ihrer Art oder Herkunft nach Ekel erregen.

Die Temperatur. Die Wassertemperatur soll nicht viel von der mittleren Jahrestemperatur des Ortes abweichen. Hohe Sommer-, niedrige Wintertemperatur eines Wassers ist ein Zeichen dafür, dass es dicht unter der Erdoberfläche steht oder fliesst, oder dass es Zuflüsse von der Erdoberfläche aus Seen, laufenden Wässern etc. erhält. Wechselt die Temperatur eines sonst guten Wassers, z. B. eines Leitungswassers, beträchtlich, so wendet die Bevölkerung sich leicht von dem guten Wasser ab und dem Wasser der alten, undichten, gefährlichen Kesselbrunnen wieder zu.

Frischer Geschmack und Klarheit. Fade, laugenhaft, süsslich, faulig oder unbestimmt widerlich schmeckende oder übelriechende Wässer sind als Genusswässer zu verwerfen. Ebensowenig ermuntern gefärbte oder getrübte Wässer zum Genuss.

Chemische Reinheit. Die chemischen Eigenschaften des Wassers geben einen hauptsächlichen Anhalt über die Herkunft bezw. über die Wege, welche das Wasser im Boden zurückgelegt hat.

Die chemische Zusammensetzung reiner Wässer. Durch eine grosse Reihe von Untersuchungen hat sich herausgestellt, dass, ganz im Allgemeinen, reine Wässer in 1 l enthalten

1. nicht mehr als 500 mg mineralische und organische, bei dem Verdampfen auf dem Wasserbade zurückbleibende Stoffe,
2. nicht mehr als 180—200 mg Erdalkalimetalloxyde (Calcium- und Magnesiumoxyd),

3. nicht mehr als 20—30 mg Chlor, entsprechend 33—50 mg Kochsalz,
4. nicht mehr als 80—100 mg Schwefelsäure,
5. nicht mehr als 5—15 mg Salpetersäure,
6. Ammoniak und salpetrige Säure entweder gar nicht oder in kaum nachweisbaren Spuren,
7. die in 1 l enthaltenen organischen Stoffe reduciren aus einer Chamäleonlösung nicht mehr als 8—10 mg Kalipermanganat.

Vergleichswerthe, keine Grenzzahlen.

Diese Zahlen stellen nur ganz allgemeine Anhaltepunkte, Vergleichswerthe dar, von welchen aus man an die Beurtheilung eines Wassers herangehen soll. Selbstverständlich unterliegt die Beschaffenheit auch reiner Wässer grossen Schwankungen, und deshalb dürfen bei der Beurtheilung eines Wassers die chemischen und physikalischen Bodenverschiedenheiten nie ausser Acht gelassen werden, insonderlich dürfen die vorstehenden Werthe niemals als sog. Grenzwerthe betrachtet und Wässer für unappetitlich, verdächtig, oder gar für schädlich erklärt werden, deren Gehalt an einzelnen Bestandtheilen die durch diese Zahlen gegebenen Grenzen übersteigt.

Ob in einem Wasser organische Substanzen, Salpetersäure, etwas Ammoniak oder salpetrige Säure, Kalksalze etc. oder Chlorverbindungen etc. enthalten sind, übt auf die Genussfähigkeit und Annehmlichkeit des Wassers so lange keinen Einfluss aus, als diese Körper sich weder im Geruch noch Geschmack und Aussehen bemerkbar machen, und als sie der Gebirgsformation, der Bodenart entsprechen. Auch das Wasser von Tiefbrunnen ist zuweilen reich an den erwähnten Bestandtheilen, es kann Ammoniak und organische Substanzen, sogar Schwefelwasserstoff enthalten, ohne dass dadurch seine Genussfähigkeit ungünstig beeinflusst wird. Der Einfluss der Gebirgsconstitution ist fixirt in localen Vergleichswerthen.

Werden die Vergleichswerthe, insonderlich die localen, in mehreren Punkten stark überschritten, so stammen, sofern auch die Oertlichkeit (z. B. Stadtboden, Nähe von Dungstätten, Jauchegruben u. s. w.) den Verdacht rechtfertigt, die gefundenen Substanzen zum grossen Theil aus der Zersetzung menschlicher oder thierischer Abfallstoffe.

In diesem Falle bewirken sie Ekelgefühle und beeinflussen die Appetitlichkeit wesentlich und zwar um so mehr, je mehr davon vorhanden ist, und je weniger zerlegt die ursprünglichen Fäulnissstoffe sind; organische Substanzen, Ammoniak und salpetrige Säure sind also unangenehmer als Salpetersäure.

Harte Wässer sind nicht geeignet für die Bereitung mancher Speisen (Kaffee, Thee, Hülsenfrüchte); ferner bilden sie mit Seife unlösliche Verbindungen, worauf bei Reinigungsarbeiten Rücksicht zu nehmen ist, und bedingen durch die starke Kesselsteinbildung in Dampfkesseln eine gewisse Gefahr.

Eisenhaltige Wässer sehen unappetitlich aus, schmecken nach Eisen (Tinte), riechen auch zuweilen nach Schwefelwasserstoff, bilden in den Leitungsrohren Ablagerungen von Eisenschlamm (Oker), verstopfen zuletzt die Rohre und sind für manche technische Zwecke nicht brauchbar. Das Wasser lässt sich jedoch leicht vom Eisen befreien und in ein gutes Trink- und Gebrauchswasser umwandeln.

Bacterien.

Wässer, welche grössere Mengen von Bacterien enthalten, die darin durch Vermehrung entstanden sind, schmecken gewöhnlich fade, sind wenig kohlensäurehaltig, besitzen meistens eine etwas erhöhte Temperatur, haben also an Frische verloren und sind hauptsächlich aus letzterem Grunde weniger angenehm.

D. Die Menge des erforderlichen Wassers und sein Preis.

Wasserquantum.

Die Menge des pro Tag und Kopf erforderlichen Wassers wird gewöhnlich mit 100—150 l veranschlagt. Ungefähr 3—5 l dienen zur Löschung des Durstes und zur Bereitung der Speisen; das übrige Wasser wird verbraucht für die Nebenarbeiten in der Küche, für Bäder und Wäsche, die Reinigung der Häuser und der Strassen, sowie für die Industrie.

Reichliches Wasser ist eine Hauptforderung der Hygiene. Nichts ist für die Reinlichkeit, diesen ersten Factor der Gesundheitspflege, beschränkender als Wassermangel. Im Interesse einer grösseren Wassermenge kann man sich veranlasst sehen, von zwei unverdächtigen Wasserquellen diejenige zu wählen, welche ein reichlicheres, wenn auch weniger angenehmes Wasser liefert. Ist nicht die genügende Menge unverdächtigen Wassers vorhanden, so sucht man entweder durch Filtration ein brauchbares und fast unverdächtiges Wasser zu gewinnen, oder man macht Doppelanlagen, von welchen die eine das tadellose Trink- und Hausgebrauchswasser, die andere ein minder gutes Wirthschafts- und Industriewasser liefert. Die Doppelanlagen haben den grossen Uebelstand, dass sich in praxi die scharfe Trennung nicht durchführen lässt, sie sind daher nach Möglichkeit zu vermeiden.

Ergiebigkeit von Wasserbezugsquellen.

Um die Ergiebigkeit eines laufenden Wassers zu bestimmen, misst man den Querschnitt des Wasserlaufes an einer Stelle und multiplicirt die erhaltene Zahl mit der Zahl, welche die Schnelligkeit des Wassers an derselben Stelle angiebt, oder man misst die Zeit, in welcher ein bekanntes Raummass von dem Wasser gefüllt wird.

Bei Grundwasserbenutzung pumpt man mit einem Motor Wochen oder Monate hindurch, bestimmt das entfernte Quantum und sieht, ob und wie weit sich der Grundwasserspiegel senkt. Manche Quellen sind in ihrer Ergiebigkeit sehr wechselnd. Sorglosigkeit in der Bestimmung der Wassermasse kann von den übelsten Folgen sein! Stets ist der wasserärmste Monat massgebend.

Um der Wasservergeudung vorzubeugen, empfiehlt es sich, den Verbrauch durch „Wasseruhren" messen und die entnommenen cbm bezahlen zu lassen.

Der Wasserzins muss jedoch möglichst niedrig sein, damit nicht aus Sparsamkeitsrücksichten der Wasserverbrauch und damit die Reinlichkeit beschränkt werde.

II. Die Methodik der Untersuchung des Wassers.

1. Die Untersuchung der Oertlichkeit. Hier steht, wie schon erwähnt, die Frage nach der Infectionsmöglichkeit im Vordergrunde, in zweiter Linie steht die Frage der Annehmlichkeit, der Appetitlichkeit. Bei offenen Wässern ist zu berücksichtigen, ob die Wasserbezugsquelle in stark bewohnter bezw. bebauter Gegend liegt, oder ob sie vom Verkehr abgeschlossen ist oder abgeschlossen werden kann, ob unreine oder verdächtige Zuflüsse erfolgen, wie die Gebirgsformation ist, welche Einflüsse auf die Temperatur einwirken und ihre Schwankungen bedingen, ob Trübungen oder Färbungen des Wassers zu befürchten sind u. dergl.

Bei Quellen und Brunnen gehört zur örtlichen Untersuchung zunächst die Feststellung der Lage des Wasserbezuges zum menschlichen Verkehr, z. B. ob der Brunnen in einem weiten Garten, oder in dem engen Hofe eines dicht bewohnten Hauses liegt, ob er constant oder zu Zeiten (Hochwasser) von einem nahen Fluss mitgespeist wird, wie die Wasserableitung ist, ob sich Schmutzstätten irgend welcher Art in der Nähe befinden, wie der Untergrund beschaffen ist (ob eng- oder weitporig), in welcher Richtung das Grundwasser strömt und wie tief dasselbe steht; ferner kommt hinzu die Besichtigung der Eindeckung und

der Construction der Brunnenwand bezw. Quellenstube; es ist nachzusehen, ob sich an Eindeckung und Wand Schmutzstreifen oder Algenvegetationen finden, welche auf Zuflüsse aus den oberen und obersten Erdzonen hinweisen; auch ist in Betracht zu ziehen die Beschaffenheit der Pumpe und ihr Stand.

2. Die physikalisch-chemische Untersuchung. Die Temperatur des Wassers bestimmt man mit Thermometern, deren Kugeln entweder in einem besonderen Wassergefäss stecken oder mit einem schlechtleitenden Körper, z. B. Wachs, umgeben sind; oder man entnimmt eine grössere Menge Wasser und stellt ein empfindliches Thermometer hinein. a) Temperatur.

Die zur chemischen Untersuchung erforderliche Wassermenge beträgt ungefähr 3 Liter. Die Probe wird so in Flaschen mit Glasstopfen geschöpft, dass zufällige Verunreinigungen ausgeschlossen sind.

Ein eventuell vorhandener abnormer Geschmack wird am leichtesten erkannt bei einer Erwärmung auf etwa 20°, ein Geruch bei ungefähr 60° C. Ueber Farbe und Klarheit bekommt man ein Urtheil, wenn man 2 gleichgrosse Cylinder auf weisses Papier stellt, den einen mit destillirtem, den andern mit dem zu untersuchenden Wasser füllt und von oben hindurchsieht. b) Geruch und Geschmack. c) Farbe und Klarheit.

Der Rückstand wird bestimmt durch Verdunsten von 200 bis 500 g Wasser im Platintiegel auf dem Wasserbad und Trocknen des Rückstandes bei 110°, bis kein Gewichtsverlust mehr eintritt. d) Rückstand.

Zur Bestimmung der salpetrigen Säure versetzt man etwa 10 ccm des Wassers mit 1 ccm einer farblosen schwachen Lösung von Metaphenylendiamin in mit Schwefelsäure angesäuertem destillirten Wasser. Das Auftreten einer braunrothen Färbung beweist die Anwesenheit von salpetriger Säure. e) Salpetrige Säure.

Zur Prüfung auf Salpetersäure versetzt man 1 ccm des zu untersuchenden Wassers in einem weissen Porzellanschälchen zunächst mit einigen Krystallen von Harnstoff und 0,5 ccm verdünnter Schwefelsäure, um die etwa vorhandene salpetrige Säure zu zerstören, fügt darauf einige Körnchen Diphenylamin und dann zweimal schnell hintereinander je 0,5 ccm concentrirte reine Schwefelsäure hinzu. Bläuung der Flüssigkeit zeigt Salpetersäure an. f) Salpetersäure.

Eine genaue Bestimmung macht man am besten nach der Methode von Schulze-Tiemann: das unter der Einwirkung von Salzsäure und Eisenchlorür ans den Nitraten des Wassers entwickelte Stickoxyd wird im Eudiometer über ausgekochter Natronlauge aufgefangen und auf Salpetersäure umgerechnet.

Ammoniak. In einen zu 3/4 mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllten Reagircylinder giebt man 1/2 ccm Nessler'sches Reagens und schüttelt. Eine innerhalb 15 Minuten auftretende gelbe Farbe oder ein rothgelber Niederschlag zeigt Ammoniak an. Im Wasser enthaltene Kalksalze geben weisse oder graugelbliche Niederschläge. g) Ammoniak.

Durch Vergleiche mit den Farbreactionen von Salmiaklösungen verschiedener Concentration kann man den Gehalt des Wassers an Ammoniak ziemlich genau bestimmen.

h) Chlor. Chlor. 100 cm des Wassers werden in einen Kolben gegeben und mit 3 Tropfen einer Kaliumchromatlösung (1 : 20) versetzt; dann wird $^1/_{10}$ normale salpetersaure Silberlösung (d. h. 17,0 g $AgNO_3$ im l destil. H_2O) hineintitrirt, bis der weisse Niederschlag (Chlorsilber) eine gelbe Farbe annimmt (chromsaures Silber). Da 1 ccm Silberlösung 5,85 mg Kochsalz zersetzt, so multiplicirt man die verbrauchten ccm Silberlösung mit 5,85 . 10 und findet die in 1 l enthaltenen mg Kochsalz. Durch Multiplication der ccm Silberlösung mit 3,55 . 10 erhält man die mg Chlor im l.

i) Härte. Erdalkalimetalle, Die im Wasser gelösten Calcium- und Magnesiumsalze bilden die Gesammthärte des Wassers.

Durch Kochen werden die Bicarbonate in unlösliche Carbonate verwandelt und zum Ausfallen gebracht. Die gelöst bleibenden schwefelsauren Salze bilden in der Hauptsache die bleibende Härte des Wassers. Einen Theil $CaCO_3$ auf 100 000 Theile Wasser nennt man einen französischen Härtegrad, einen Theil CaO auf 100 000 Theile Wasser einen deutschen Härtegrad; sie verhalten sich wie 100 : 56.

Man fertigt sich (nach Boutron und Boudet) eine Seifenlösung an, von welcher 2,4 ccm genügen, um 8,8 mg Calciumcarbonat in 40 ccm Wasser zu zersetzen. Die Lösung füllt man in eine Tropfbürette (Hydrotimeter), welche so eingetheilt ist, dass jeder Theilstrich einem französischen Härtegrad entspricht.

Das zu untersuchende Wasser wird in ein Gefäss geschüttet, welches bei 40 ccm eine Marke hat, dann träufelt man langsam unter kräftigem Umschütteln von der Seifenlösung hinein, bis ein feiner, mindestens fünf Minuten stehenbleibender Schaum die beendete Zersetzung anzeigt. Die Zahl der verbrauchten Theilstriche giebt die französischen Härtegrade, mit 0,56 multiplicirt die deutschen Härtegrade an.

Wird die Probe mit $^1/_2$ Stunde lang gekochtem, dann abgekühltem Wasser gemacht, so erhält man die bleibende Härte.

k) Eisen. Eisen. Man dampft 500 ccm Wasser, die mit 1 ccm eisenfreier Salzsäure und einigen Körnchen Kaliumchlorat versetzt sind, zur Umwandlung der Ferroverbindungen in Ferrichlorid, auf ungefähr 50 ccm ein, füllt zu 100 ccm mit destillirtem Wasser auf, giebt einen aliquoten Theil, bei wenig Eisen das Ganze, in einen etwa 2,5 cm weiten Cylinder von ungefärbtem Glase, der bei 100 ccm eine Marke hat, und füllt mit destillirtem Wasser bis dahin auf. In 3 gleiche Cylinder giebt man je 1, 2 und 4 ccm einer Lösung von Eisenalaun, die im ccm 0,1 mg Eisen enthält (0,898 g : 1000); sodann schüttet man in jeden Cylinder $^1/_2$ ccm eisenfreie Salzsäure, fügt destillirtes Wasser bis zur Marke hinzu und giebt darauf in jeden der vier Cylinder 1 ccm Kaliumferrocyanidlösung (1 : 200), schüttelt um und vergleicht die allmählich entstehenden blauen Färbungen.

Wässer, welche mehr als 0,3 mg Eisen im l enthalten, lassen das Eisen bis zu dieser Grenze ausfallen, werden also trübe und unappetitlich.

l) Organische Substanzen. Organische Substanzen. Da man die Natur dieser Körper nicht kennt, so kann von ihrer genauen Bestimmung keine Rede sein; man schliesst auf ihre Menge aus dem Sauerstoff, welchen sie einer

Chamäleonlösung entnehmen, deren Gehalt an Kaliumpermanganat durch $^1/_{100}$ normale Oxalsäurelösung bestimmt ist.

100 ccm des Wassers werden mit 3 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 : 3) und 10 ccm einer Kaliumpermanganatlösung von ungefähr 0,34 g im l versetzt und 10 Minuten lang in gelindem Kochen erhalten. Nach dem Kochen giebt man 10 ccm einer $^1/_{100}$ normalen Oxalsäurelösung (0,63 g im l) zu, und titrirt die farblos gewordene Flüssigkeit mit der Chamäleonlösung bis zur schwachen Röthung.

Von der Summe der verbrauchten ccm der Chamäleonlösung werden die ccm abgezogen, welche nothwendig waren, um 10 ccm Oxalsäurelösung zu zersetzen. Der Rest wird mit 3,16 . 10 multiplicirt und durch die Zahl dividirt, welcher 10 ccm Oxalsäurelösung in Kubikcentimetern Chamäleonlösung entsprechen. Sind z. B. 9,9 ccm Kaliumpermanganatlösung nothwendig, um 10 ccm Oxalsäurelösung gerade eine röthliche Färbung zu geben, so ist durch 9,9 zu dividiren.

Auf diese Weise erhält man die Zahl der reducirten mg Kaliumpermanganat in einem Liter Wasser. Will man die Menge des verbrauchten Sauerstoffes angeben, so multiplicirt man anstatt mit 3,16 mit 0,8.

Da die Chamäleonlösung veränderlich ist, muss ihr Titer vor jeder Benutzung festgestellt werden. Zu diesem Zwecke versetzt man 90 ccm frisch destillirten Wassers mit 3 ccm verdünnter Schwefelsäure nebst 10 ccm $^1/_{100}$ normaler Oxalsäurelösung und erhitzt zum Sieden. In die heisse Flüssigkeit wird so lange Chamäleonlösung hineintitrirt, bis eine schwache, 5 Minuten bleibende Röthung entsteht. Die verbrauchten ccm entsprechen 10 ccm der Oxalsäurelösung, oder enthalten soviel mg Kaliumpermanganat, als nothwendig sind, um 6,3 mg Oxalsäure zu zerlegen.

3. Die bacteriologisch-mikroskopische Untersuchung.

Leistung der bakteriologischen Untersuchung.

Die Bacteriologie vermag in Bezug auf Wasseruntersuchungen Auskunft zu geben über die Anwesenheit bestimmter Arten von Bacterien — in erster Linie der pathogenen — im Wasser und über die Leistung der Filtration durch künstliche oder natürliche Filter hindurch. Hiermit ist die Aufgabe und zugleich die Grenze der Leistungsfähigkeit der bacteriologischen Wasseruntersuchung gegeben und es ist ebenfalls angedeutet, worauf es bei der Probeentnahme ankommt.

Probeentnahme.

Soll auf Anwesenheit von Cholera- und Typhusbacillen untersucht werden, so sind wegen der Vorliebe derselben für Luftsauerstoff und Nahrungscentren die Proben von der Oberfläche und zugleich vom Rande der offenen Wässer oder der zugängig gemachten Brunnen zu entnehmen; bei Benutzung der Pumpe werde nicht zuvor abgepumpt, sondern das nach längerer Ruhe zuerst kommende Wasser untersucht. Bei Verdacht auf Milzbrand bedenke man, dass die Sporen viel widerstandsfähiger als

die Bacillen und schwerer als Wasser sind, man wird sie daher im Schlamm suchen müssen.

Soll die Untersuchung ein Urtheil über die Filtration gewähren, so ist mit aller Sorgfalt zu verhüten, dass nicht fremde Bacterien in die Probe gelangen. Man muss also bei Filtern mit sterilisirten Gefässen und ohne die Wand des Kanals etc. zu berühren, möglichst dicht hinter dem Filter die Probe schöpfen. Bei Quellen ist das Wasser nicht aus der Quellenstube, sondern möglichst aus dem Einfall der Quelle event. mit besonders construirten Apparaten zu entnehmen. Will man sich darüber unterrichten, ob ein Brunnen keimfreies Grundwasser führt, was z. B. dicht an Flüssen und Seen zweifelhaft sein kann, so ist wieder das in den Brunnen eintretende Wasser zu schöpfen, und zwar so, dass man in den Boden des Brunnens oder durch die Seitenwand hindurch besondere Rohre schlägt, oder dass man neben dem Brunnen bis zur Eintrittstiefe des Wassers in den Brunnen ein Rohr eintreibt, die Rohre ebenso wie die Pumpe sorgfältigst desinficirt und aus ihnen Proben entnimmt. — Es können nicht alle Modalitäten der Wasserentnahme hier angegeben werden, nur sei nochmals betont, dass jeder Zufluss von im Brunnen bereits vorhandenem Wasser und jeder Bacterienzufluss aus den oberen, nicht betheiligten Bodenschichten unbedingt zu vermeiden sind.

Die entnommenen Wasserproben sind sofort zu untersuchen, andernfalls, um die Vermehrung der Bacterien zu verhindern, in Eis aufzuheben.

Platten-cultur.

Um die Zahl und Art der Mikroorganismen einer Probe zu bestimmen, entnimmt man ihr mit sterilisirter Pipette je 1 ccm, 0,5 ccm und 1 Tropfen Wasser und überträgt jeden Theil in ein Röhrchen mit etwa 6 ccm verflüssigter Nährgelatine. Durch vorsichtiges Neigen des Röhrchens wird das Wassser in der Nährgelatine gleichmässig vertheilt. Der Inhalt der Röhrchen wird auf sterilisirte Glasplatten ausgegossen, wo man ihn erstarren lässt. Die so beschickten Glasplatten werden auf Glasbänkchen gelegt und in eine mit angefeuchtetem Papier ausgekleidete Glasglocke gestellt. In derselben kommen bei einer Temperatur von 21° C die in der erstarrten Nährgelatine ausgestreuten einzelnen Bacterien zum Auswachsen und bilden sog. „Kolonien", die zunächst mit der Lupe, dann mit blossem Auge als kleine Punkte erkennbar sind.

Zur Artbestimmung ist erforderlich, die Kolonien mit einer Platinnadel zu entnehmen und, soweit Typhus und Cholera in Betracht kommen, nach den Seite 57 angegebenen Regeln zu behandeln. Zur Bestimmung der Zahl werden die Platten auf eine schwarze Unterlage gelegt, mit einer Zählplatte (Fig. 27) überdeckt und unter Anwendung einer Lupe gezählt. Durch Färben der entnommenen Kolonien, sowie durch Beob-

achtung des Wachsthums und der physiologischen Eigenschaften lässt sich die Art der Mikroben bestimmen.

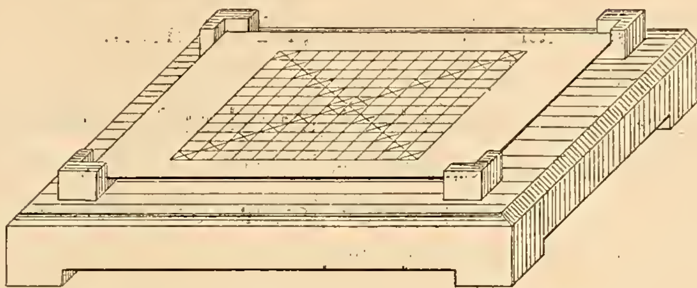


Fig. 27. Zählplatte nach Wolffhügel.

Das Wasser für die mikroskopische Untersuchung entnimmt man am besten den Flaschen, welche für die chemische Untersuchung bestimmt sind und einige Stunden kühl gestanden haben. Man giesst den oberen Theil des Wassers vorsichtig ab, vereint die Reste in einem Spitzglas und lässt sie sich absetzen. Die niedergesunkenen Partikel nimmt man mit einer Pipette heraus, bringt sie auf Objectträger und untersucht zunächst mit 50—100 facher, dann mit 250—500 facher Vergrösserung. Mikroskop. Untersuchung.

III. Die Wasserbezugsquellen.

Die natürlichen Wässer, aus welchen der Bedarf an Trink- und Gebrauchswasser gedeckt wird, sind:

A. Das Regenwasser.

Dasselbe enthält die aus der Luft ausgewaschenen Gase, d. h. es ist mit O und N gesättigt und hat etwas Kohlensäure absorbirt; in industriereichen Gegenden nimmt es nicht unbeträchtliche Mengen von Ammoniak, salpetriger Säure und Mineralsäuren auf. Ein 1 Regenwasser enthält bei 0^0 gesammelt 32,4, bei 15^0 gesammelt 24,9 ccm Gase. Davon ist ungefähr $^1/_3$ Sauerstoff, $^2/_3$ Stickstoff und $^1/_{15}$ Kohlensäure.

Ferner reisst es die schwebenden Partikelchen der Atmosphäre mit sich; diese bestehen zum kleineren Theil aus anorganischer Materie, zum grösseren aus Trümmern organischer Natur. Da auch die Mikroorganismen aus der Luft mitgerissen werden, so fault das hoch temperirte Regenwasser leicht. Das zu Ende einer Regenperiode aufgefangene Wasser besitzt diese Eigenschaft in geringerem Grade.

B. Das Grundwasser.

Das Regenwasser dringt zum Theil in den Boden ein, bis es zuletzt über einer undurchlässigen Schicht stehen bleibt, wo

es allein oder zusammen mit dem seitwärts zufliessenden Wasser das Grundwasser bildet. Zuweilen geben auch Oberflächenwässer von ihrem Wasser an die tieferen Bodenschichten und damit an das Grundwasser ab.

Nicht selten liegen durchlässige und undurchlässige Schichten in wechselnder Reihenfolge übereinander und laufen an der Erdoberfläche aus; dann wird über jeder undurchlässigen Schicht ein Grundwasser stehen (Fig. 28).

a) Quell- und Grundwasser. Tritt das Grundwasser in unebenem Terrain an einer Stelle frei zu Tage, so entsteht eine Quelle; muss es erschlossen werden, so geschieht das durch Brunnen. Flachbrunnen stehen in geringer Tiefe auf oder über der ersten undurchlässigen Schicht. Tiefbrunnen durchsetzen diese erste Lage und entnehmen das Wasser einer folgenden Schicht, wobei das Wasser artesisch zu Tage treten kann (Fig. 28 e), oder sie stehen auf der oberen undurchlässigen Schicht, wenn diese sehr tief [30 m] liegt.

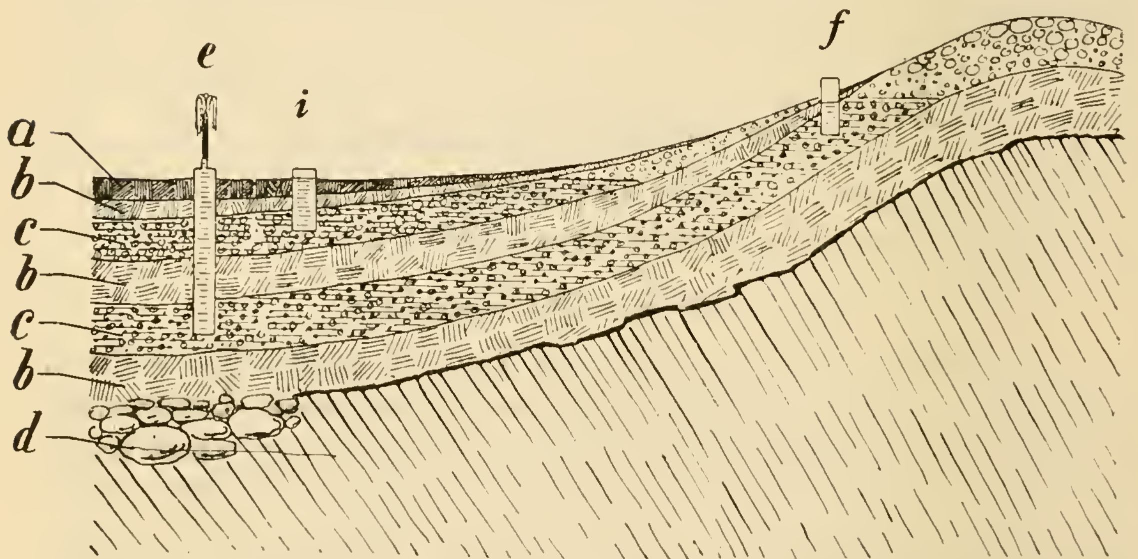


Fig. 28. Grundwasseranordnung. a Humus; b aufeinanderfolgende Thonschichten; c zwei von ihnen eingeschlossene, Grundwasser enthaltende Sand- und Schotterschichten; d Urgestein; e artesischer Brunnen; f ein in derselben Schicht stehender gewöhnlicher Brunnen; i ein in der höherliegenden Grundwasserschicht stehender gewöhnlicher Brunnen.

Chemische Beschaffenheit des Grundwassers.

Das Grundwasser ist in seiner chemischen Constitution abhängig von den chemischen und physikalischen Eigenschaften des Erdreiches, welches es in verticaler und horizontaler Richtung durchfliesst.

Das Regenwasser lässt seine suspendirten Partikel in den obersten Bodenschichten zurück, giebt etwaige Säuren ab, verliert seinen Sauerstoff und nimmt von der Kohlensäure des Bodens auf. Kohlensaures Wasser vermag die Carbonate des

Calciums und Magnesiums, ja sogar Silicate und Eisenverbindungen zur Lösung zu bringen. Das Wasser laugt die in den oberen Bodenschichten vorhandene organische Materie aus, nimmt die gelösten organischen Substanzen mit und beladet sich mit ihren Zerfallproducten, dem Ammoniak, der salpetrigen Säure und der Salpetersäure. Einen grossen Theil der gelösten Stoffe giebt das Wasser rasch wieder ab, so überweist es schon in den oberflächlichsten Schichten das Kalium, das Ammoniak, die organischen Substanzen und die Phosphorsäure den Pflanzen und Bacterien zur Nahrung, und nur unter besonderen Bedingungen, wenn die oberen Bodenschichten rasch durchflossen werden, oder der Boden übersättigt ist, gehen sie und die dem Ammoniak vom hygienischen Standpunkte aus gleichwerthige salpetrige Säure in die Tiefe; die Chloride, Sulfate und Nitrate dahingegen dringen unzersetzt in die tieferen Bodenschichten ein, soweit letztere nicht von den Pflanzen aufgenommen worden sind.

Die Bedeutung der gelösten Substanzen.

Ammoniak und salpetrige Säure deuten vielfach in der Nähe befindliche frische Zersetzungsvorgänge an; dasselbe thun die organischen Substanzen, welche gewöhnlich bis auf sehr widerstandsfähige, den Huminkörpern angehörende Bruchtheile rasch zerlegt werden. Die Salpetersäure und das Kochsalz werden vom Boden weder zurückgehalten, noch weiter verändert; sie zeigen daher wohl eine Verunreinigung an, ohne indessen über die Zeit derselben Aufschluss zu gewähren. Je weitere und tiefere Bodenstrecken das Grundwasser durchfliesst, um so ärmer wird es im Allgemeinen an gelösten Substanzen. Tiefstehendes Grundwasser ist daher meistens „reiner" und in seiner Zusammensetzung beständiger als hochstehendes. Auch ist zu bedenken, dass die Quelle, welche im raschen Lauf die in sie eingedrungenen Stoffe weitergiebt, die in ihrer Nähe erfolgte Verunreinigung weniger deutlich erkennen lässt als der Brunnen mit seinem stagnirenden oder sehr langsam fliessenden Grundwasser; auch wird der Brunnen, welcher sein Wasser aus weitporigen Kiesschichten mit lebhafter strömendem Grundwasser entnimmt, bei gleicher Menge von oben zugeführter Verunreinigungen naturgemäss reineres Wasser liefern, als der im schwer durchlässigen Lehm oder feinen Sand stehende, mit langsam sich bewegendem Grundwasser. — Dieser Umstand macht sich nicht selten in Städten bemerkbar, wo die in gut durchlässigem Boden stehenden Brunnen ein chemisch gutes Wasser, die in schwer durchlässigem stehenden ein schlechtes Wasser aufweisen (Flügge).

Corpusculäre Elemente.

Die Zahl der im Grundwasser schwimmenden corpusculären Elemente ist im Allgemeinen gering, wegen des langsamen Fliessens des Grundwassers und der Enge der Poren. Am leichtesten werden die kleinsten Partikel, die Thontheilchen, fortgeschwemmt; diese setzen sich selbst bei ruhigem Stehen des Wassers nur äusserst langsam ab und gehen durch die dichtesten Filter hindurch.

Ein besonderes Interesse bieten die Bacterien. Nach den Untersuchungen von Fränkel ist das Grundwasser im Allgemeinen keimfrei. Die Mikroorganismen gelangen von der Bodenoberfläche und den oberen Bodenschichten gar nicht in das Grundwasser hinein, sie bleiben in den Poren haften; schon bei ungefähr 3 m Tiefe kann der Boden pilzfrei sein. Ist jedoch das Erdreich von weiten, nicht mit Detritus ausgefüllten Poren durchsetzt, finden sich Spalten, Risse, von Thieren gegrabene Kanäle, dann läuft das Oberflächenwasser unfiltrirt in das Grundwasser hinein und nimmt seine Bacterien mit. Man darf indessen annehmen, dass die Existenz der Mikroorganismen im tiefstehenden Grundwasser nur eine kurz dauernde ist und eine Vermehrung dort nicht stattfindet. Ferner ist das Grundwasser dann keimhaltig, wenn es bis in die bacterienführende Schicht des Bodens hinaufreicht.

Herkunft der Bacterien.

Bacterien in Quellen.

Die Quellen liefern dem Charakter des Grundwassers entsprechend meistens ein Wasser, welches an sich keimfrei ist, jedoch von dem Erdreich an der oberflächlich gelegenen Mündung Bacterien, im ungünstigen Falle sogar pathogene beigemischt erhalten kann. Die Zahl der beigemischten Bacterien richtet sich ganz und gar nach den lokalen Verhältnissen und der Art der Fassung; sind beide günstig, so enthält das ursprünglich keimfreie gewöhnlich nicht mehr als etwa 50 Bacterien in 1 ccm.

Liegt die undurchlässige Schicht, auf welcher das Quellwasser fliesst, dicht unterhalb der Erdoberfläche, so ist das austretende Quellwasser oft in höherem Grade verunreinigt und Infectionen jeder Art ausgesetzt.

Bacterien in Brunnen.

Da das Brunnenwasser Grundwasser ist, so sollte es ebenfalls keimfrei sein; man findet jedoch keinen keimfreien Brunnen; bei der Ausschachtung und Ausmauerung, bei dem Einsetzen der Pumpe etc. gelangen Bacterien hinein. Die Vermehrung derselben hängt von verschiedenen, nicht immer genau gekannten Bedingungen ab; wesentlich begünstigt wird sie durch eine höhere Temperatur und leicht assimilirbare organische Substanzen. Auch später können Mikroorganismen durch Undichtigkeiten in der

Wandung und in der Eindeckung in die Brunnen eindringen. Sind die Brunnen nicht bis zum Grundwasser wasserdicht construirt, so dienen sie als senkrecht gestellte Drainröhren für die Umgebung. Im grobporigen Boden fliesst das Aufschlagswasser direct durch die weiten Kanäle in die Brunnen hinein, im feinporigen bilden sich mit der Zeit kleine Rinnsale aus, durch welche das Aufschlagswasser, vermischt mit suspendirten anorganischen und organischen Stoffen, Bacterien etc., von der Seite her eindringt. Undichte Brunnen.

b) Tiefbrunnenwasser. Das Wasser der Tiefbrunnen ist oft vorzüglich; zuweilen jedoch kann es nicht ohne Weiteres zu Trink- und Gebrauchszwecken dienen, denn nicht selten enthält es Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Eisenoxydul. Diese drei Körper entstehen durch Reductionsprocesse in den voll- Tiefbrunnenwasser.

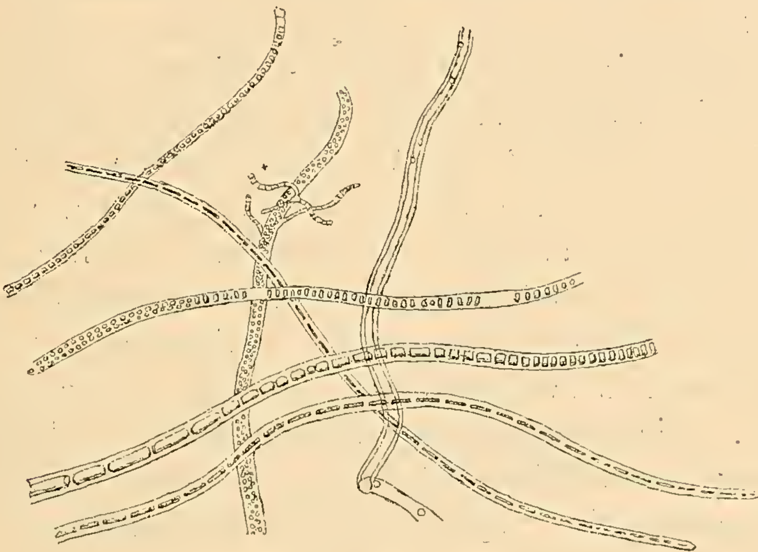


Fig. 29. Crenothrix polyspora (500fache V.) mit Gliedern, sog. Makro- und Mikrogonidien; letztere sind Sporen; sie keimen bei • aus. Rechts liegt eine leere Hülle, aus welcher die Glieder bis auf 4 Mikrogonidien herausgefallen sind.

ständig sauerstofffreien Bodentiefen aus Nitraten, Sulfaten und Eisenverbindungen. Selbstverständlich zeigt hierbei das Ammoniak und der Schwefelwasserstoff keine Verunreinigung durch den menschlichen Haushalt an. Das Eisenoxydul wandelt sich unter der Einwirkung des Sauerstoffes der Luft zu Eisenoxydhydrat um, welches in Gestalt brauner Flocken ausfällt. Auch organische Substanzen sind in einzelnen Tiefbrunnen des öftern in reicher Menge enthalten. Die Temperatur des Tiefbrunnenwassers richtet sich nach der Tiefe der Brunnen, und kann so hoch sein, dass das Wasser vor dem Gebrauch abgekühlt werden muss. Das Wasser ist ursprünglich keimfrei; die engen artesischen Brunnen, der meist starke Wasserverbrauch lassen eine bedeutende Ver-

mehrung etwa hineingelangter Keime nicht zu, bei reinlich gehaltenen Wasserversorgungen aus Tiefbrunnen ist daher die Bacterienzahl gering.

Eisenhaltiges Wasser bildet ein gutes Nährmaterial für den über weite Bezirke des In- und Auslandes verbreiteten Brunnenfaden, die Crenothrix polyspora (Fig. 29). Diese Fadenbacterie bildet Flocken, welche sich mit Eisensalzen inkrustiren, wodurch sowohl Unansehnlichkeit des Wassers als auch Verstopfung der Leitungsrohre bewirkt wird.

C. **Die Flüsse und Bäche.**

Beschaffenheit der laufenden Wässer.

Sie nehmen Quellwasser, d. h. Grundwaser, das oberflächlich ablaufende Regenwasser und in vielen Fällen auch Industrie- und Stadtabwasser auf; damit ist der Charakter des laufenden Wassers bezeichnet; es kann sowohl — besonders in dem Oberlauf der Flüsse — sehr rein sein, als auch — meistens in dem späteren Verlauf — viel suspendirte und gelöste Substanzen enthalten.

Durch den steten Contact mit der Luft wird die Kohlensäure des Wassers zum grössten Theil abgegeben, wodurch ein Theil der Kalksalze ausfällt; Flusswasser ist daher gewöhnlich weicher als das Grundwasser der gleichen Gegend; von dem Sauerstoff des Wassers wird etwas verbraucht zu der durch Mikroorganismen hervorgerufenen Zerlegung der organischen Substanzen. Die suspendirten anorganischen und organischen Partikel, sowie die Mikroorganismen werden den Bächen und Flüssen vorzugsweise durch die Oberflächenwässer und die Stadt- und Industrieabwässer zugeführt. Jeder stärkere Regen hat eine neue Verunreinigung der Wasserläufe zur Folge. Dabei nimmt die Menge der gelösten Substanzen in Folge der eintretenden Verdünnung gewöhnlich ab, die Zahl der Bacterien und suspendirten Bestandtheile jedoch zu. Die Wasserläufe geben indessen einen Theil der ihnen anvertrauten gelösten und suspendirten Stoffe bald ab und werden wieder rein. Man nennt diesen Vorgang die Selbstreinigung der Flüsse. Die Factoren, welche sie bedingen und beeinflussen, sind in dem Kapitel über die Einleitung der Abwässer in die Flüsse genauer angegeben. Die Temperatur der offenen Wässer schwankt entsprechend der Jahreszeit.

Selbstreinigung.

D. **Die Seen.**

Am reinsten sind die Bergseen, ihr Gehalt an gelösten und suspendirten Bestandtheilen ist oft auffallend gering. Die in

die Seen eingeschwemmten schwebenden Theilchen und Bacterien verschwinden gewöhnlich in kurzer Zeit durch Niedersinken. Die Bacterien werden zum Theil durch die Lichtwirkung getödtet. Kleinere, in gewerbe- und industriereichen Gegenden gelegene Seen enthalten hingegen oft viel gelöste und suspendirte Substanzen, wegen der vielen verunreinigten Zuflüsse. Die Temperatur an der Oberfläche stagnirender Wässer folgt eng der Luftwärme, bei etwa 12—15 m Tiefe dagegen schwankt in unseren Breiten die Wassertemperatur nur zwischen 4 und 9° C.

IV. Die Wasserversorgung.

Die natürlichen Wässer besitzen nicht immer die Eigenschaften, welche man von einem Trink- und Gebrauchswasser verlangen muss. Die Wasserversorgung hat daher die Aufgabe, gegebenen Falles zunächst ein Wasser zu Trink- und Gebrauchszwecken geeignet zu machen und es darauf dem Consum zuzuführen.

A. Die Versorgung mit Regenwasser.

Muss Regenwasser verwendet werden, so sind die etwa in ihm enthaltenen Krankheitserreger und die suspendirten Stoffe zu entfernen, und das gereinigte Wasser ist vor neuen Verunreinigungen zu schützen und kühl aufzubewahren. Zu dem Zwecke wird das zu Beginn einer Regenperiode fallende Wasser zur Verwendung nicht herangezogen, da es mit dem Staub der Luft und dem Schmutz der Hausdächer stark verunreinigt ist. Das später niedergehende Wasser kann man durch ein Rohr bis dicht über den Boden einer mit feinem Sand ausgefüllten, wasserdichten Grube führen; in dem Sand giebt das Wasser die noch vorhandenen suspendirten Bestandtheile ab und fliesst durch einen Ueberlauf in die daneben liegende, auf dem Hofe befindliche, wasserdichte und von oben dick mit Erde überdeckte Cisterne. (Fig. 30.)

Cisternen für den Einzelbedarf.

Eine solche Einrichtung findet sich in dem auf Marschboden gelegenen Wilhelmshaven. Das Trinkwasser wird ihm durch eine Wasserleitung aus grosser Entfernung zugeführt. Das Cisternenwasser dient unter gewöhnlichen Verhältnissen nur als Gebrauchswasser. Zur Zeit eines Krieges jedoch ist Wilhelmshaven durch seine Cisternen von der Wasserleitung, welche der Gefahr der Zerstörung ausgesetzt ist, völlig unabhängig.

Derartig filtrirtes oder unfiltrirtes Regenwasser würde zu Epidemiezeiten abzukochen sein, da die Siedehitze alle bis jetzt

bekannten Krankheitserreger zerstört. Das abgekochte, fade schmeckende Wasser wird durch einfaches Abkühlen auf 8—9° C. oder durch Zusatz von Thee oder Kaffee etc. wieder schmackhaft.

Cisternen für den Gesammtbedarf.

Man kann auch Gemeinwesen central mit Regenwasser versorgen, so existiren z. B. in der Nähe von Aden kolossale, angeblich unter der Römerherrschaft in den Fels gehauene Cisternen, welche das aus den Schluchten zusammenlaufende Regenwasser aufsammeln. Andernorts, so in den grossen Wäldern

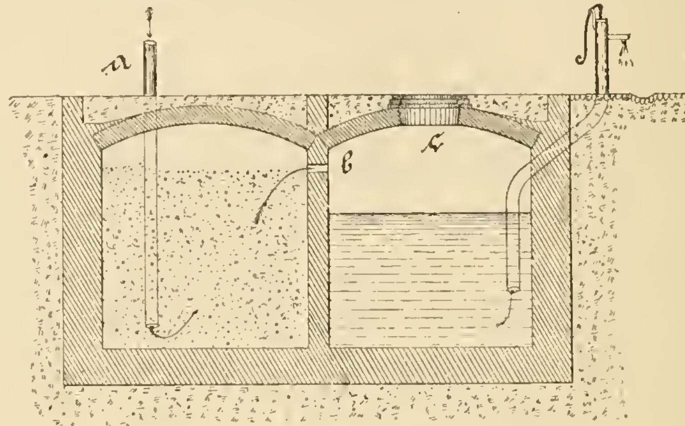


Fig. 30. Cisterne. a Dachrinne, bis zum Boden des Sandfilters reichend, b Ueberlauf in das Reservoir, c Mannloch.

des Dorfes Belgrad bei Constantinopel, sodann im Norden Englands, im Süden Schottlands, in der Rheinprovinz hat man ganze Thäler durch Mauern abgesperrt; das Regenwasser sammelt sich dann hinter denselben in den Schluchten an und wird in einer Leitung der Stadt zugeführt. Liegen diese Wasserreservoire und ihr Zuflussgebiet in unbebauter, unbewohnter Gegend, und hat das Wasser Zeit, mitgenommene indifferente Stoffe sich absetzen zu lassen, so bedarf es einer künstlichen Reinigung nicht; andernfalls wird das Wasser entweder abgekocht oder in gleicher Weise filtrirt wie das Flusswasser; letzteres ist die Regel. Die Temperatur des Sperrwassers richtet sich nach der Jahreszeit; kann jedoch das abzuleitende Wasser aus einer Tiefe von 12 m genommen werden, so ist seine Temperatur eine ziemlich constante und ungefähr der mittleren Jahreswärme gleich.

B. Die Versorgung mit Quellwasser.

Gravitationsleitung

Sowohl wegen der vielfach tadellosen Beschaffenheit des Wassers als auch wegen der Lage der Quellen, welche gestattet, das Wasser durch eigenes Gefälle (Gravitationsleitung) dem Consum zuzuführen, wird die Versorgung mit Quellwasser mit Vorliebe in Anwendung gebracht. Quellen müssen so tief gefasst werden, dass Verunreinigungen an der Mündung aus-

geschlossen sind. Die Verschmutzung des Bodens durch Düngung etc. dicht oberhalb der Quelle kann das Wasser ungünstig beeinflussen; Uebelstände dieser Art sind abzustellen.

C. Die Versorgung mit Brunnenwasser.

Das durch Brunnen erschlossene Grundwasser dient sowohl zur Versorgung einzelner Häuser als auch ganzer Städte.

a) Locale Versorgung. Die zu ersterem Zwecke gesenkten Brunnen stehen in grösster Nähe der Wohnungen, ihre Verunreinigung und Infection ist daher leicht möglich, wenn Lage der Brunnen.

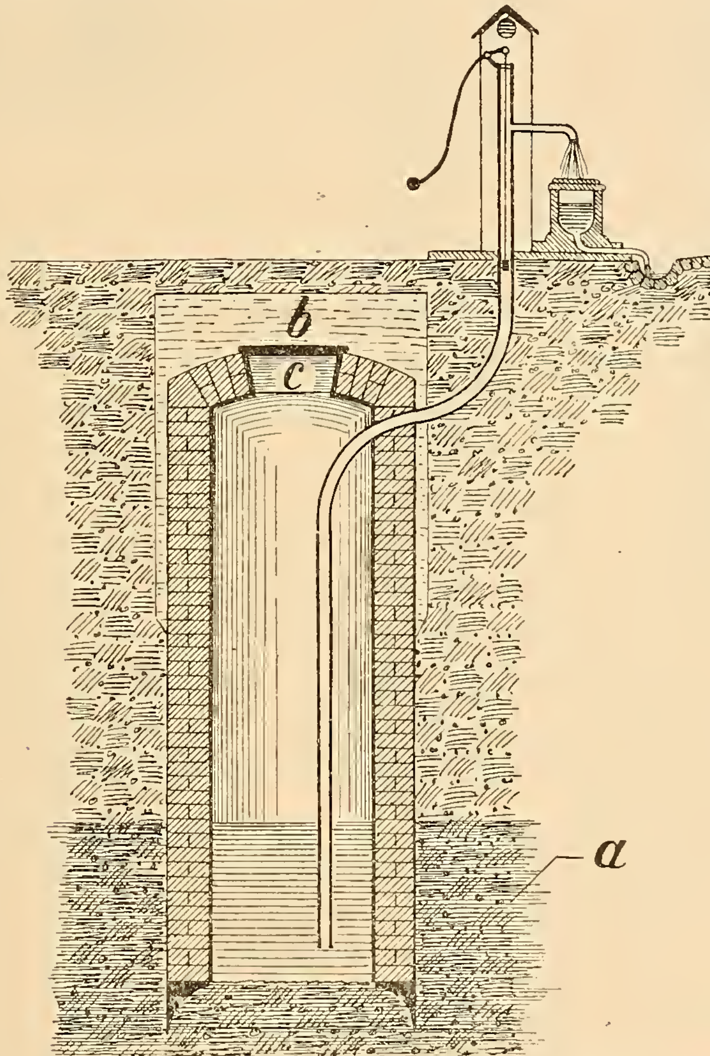


Fig. 31. Guter Pumpbrunnen. a Wasserführende Kiesschicht; b Lehmschlag; c Mannloch mit eisernem Deckel.

nicht entsprechende Massnahmen getroffen sind. In der Nähe von Abortgruben, Dungstätten etc. sollen Brunnen nicht angelegt werden; sie müssen die bacterienhaltige Erdschicht durchsetzen, also mindestens 4—5 m tief sein. Kesselbrunnen sind mit festen Steinen in Cement wasserdicht zu mauern und event. mit einer Lehmschicht zu umgeben, ausserdem sind sie wasserdicht zuzuwölben oder Kesselbrunnen,

in ungefähr 0,25 m Höhe über Niveau abzudecken, so dass das Oberflächenwasser nicht eindringen kann. Die Pumpe stehe nicht auf dem Brunnen, sondern in 2—3 m Entfernung. Das Abwasser der Pumpe ist in möglichst undurchlässiger Rinne gut abzuführen. Schlechte Kesselbrunnen lassen sich verbessern durch Neuaufmauerung oder Dichtung des Mantels von aussen mit Cementputz und Thonschlag bis zu den keimfreien Bodenlagen, oder durch Ueberdeckuug des Brunnens innerhalb der bacterienfreien Zone und Zufüllung des Brunnenschachtes mit Sand; das eiserne Pumpenrohr wird in letzterem Falle zum Rohrbrunnen.

Röhrenbrunnen. Rohrbrunnen haben vor den Kesselbrunnen den Vorzug grösserer Billigkeit und absoluter Keimdichtheit. Sie bestehen aus einem Eisenrohr mit Stahlspitze oder Schraube und sind in ihrem unteren Theil durchlöchert oder mit einem Filterkorb von feiner Drahtgaze versehen; auf dem oberen Theil des Rohres befindet sich die Pumpe. Sie eignen sich vorzüglich, um bei grobporigem Boden oder bei hochstehendem, also unreinem und verdächtigem Grundwasser den Bedarf aus grösserer, somit reiner und keimfreier Tiefe zu entnehmen.

b) Centrale Versorgung. Werden Brunnenanlagen für eine Centralversorgung benutzt, so kommen entweder Kessel- bezw. Röhrenbrunnen zur Verwendung, oder das Grundwasser wird in liegenden Brunnen, sog. Gallerien, abgefangen. Bei der ersteren Anlage werden auf vor Verunreinigungen geschütztem Terrain in Entfernungen von etwa 50 bis 100 m Brunnen in einen Grundwasserstrom eingesenkt, wasserdicht eingedeckt und an die Pumpstation angeschlossen. Diese entnimmt das Wasser durch Maschinenkraft und bringt es zur Vertheilung.

Eine derartige Anlage zeigt die Abbildung S. 86. Ehe Berlin sein Wasser aus dem Tegelersee schöpfte, entnahm es den Bedarf aus Brunnen, welche dicht am Ufer jenes Sees lagen; auf der Zeichnung sind sie mit i bezeichnet. Die Brunnen waren durch ein Saugrohr mit einander und der Pumpstation e verbunden. Die massenhafte Wucherung der Crenothrix in dem eisenhaltigen Wasser zwang zum Aufgeben dieser Anlage.

Durch die starke Inanspruchnahme der Centralbrunnen wird der Grundwasserspiegel abgesenkt; es entsteht die Depressionszone, welche direct an den Brunnen am tiefsten ist. Bei hohem Grundwasserstande und relativ flachen Brunnen kann also selbst bei wasserdichter Construction das in den oberen Bodenschichten stehende, somit keimhaltige Grundwasser in die Brunnen eindringen; umsomehr sind daher eine unverdächtige Localität und Reinhaltung des Bodens zu verlangen. Auch können, wenn die

Absenkungscurven ein offenes Wasser unterschneiden, Bacterien aus dem letzteren durch den Boden hindurchgedrückt werden.

Die vielfach bei Brunnen- und Quellwasserversorgung zur Hülfe herangezogenen Sammelkanäle, d. h. Systeme gelochter Rohre, müssen entweder in der bacterienfreien Bodenzone oder, wenn das nicht angängig ist, in einem vor Verunreinigung völlig geschützten Terrain liegen.



Fig. 32. Ein einzelner Röhrenbrunnen d, mit Anschluss an das Hauptsaugrohr a durch die Kammer b, welche einen Abstellschieber, Wasser- und Vacuummesser enthält, c Mannloch.



Fig. 33. Eine Brunnengruppe in Verbindung mit dem Saugrohr.

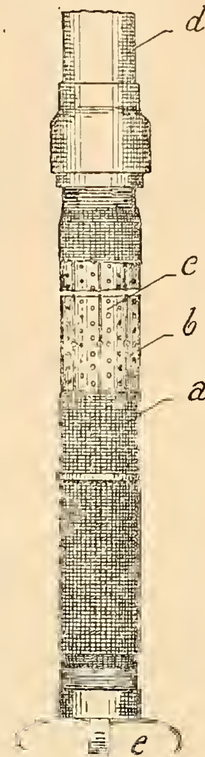


Fig. 34. Sauger; a sehr feinmaschiges Kupfergewebe; b aufgelöthete Kupferdrähte; diese verhindern das dichte Anliegen des Gewebes (a) an der gelochten Kupferhülse c; d das nach oben führende Rohr; e Fuss, im Kies stehend.

Die grossen Centralbrunnen erhalten jetzt eine sehr berechtigte Concurrenz in den Rohrbrunnen.

b) Rohrbrunnen.

Durch Senken der leicht und billig anzulegenden Röhrenbrunnen und Verbindung derselben unter einander kann man einen Grundwasserstrom in grosser Breite erschliessen und an einer grossen Zahl von Stellen anzapfen. Auf diese Weise hat man an Orten ungemessene Massen Wasser zur Verfügung gestellt, wo früher die Wasserversorgung die grössten Schwierigkeiten bereitete.

Eines der lehrreichsten Beispiele ist Frankfurt a. M. Um den Bedarf an Trinkwasser zu decken, wurde in dem Frankfurter Stadtwalde, einem vor Verunreinigung geschützten Terrain, das in jeder Beziehung zum Trink- und Nutzwasser geeignete, zum Mainthal niedergehende Grundwasser durch 280 Röhrenbrunnen erschlossen. (Fig. 32, 33, 34.) Jedes der 5 cm weiten, mit 3—4 m langem Sauger versehenen kupfernen Brunnenrohre wurde in einem 15 cm weiten Futterrohr bis in das Grundwasser gesenkt. Nach Entfernung des letzteren Rohres wurde Kies eingeschüttet. Je 10 Rohre bilden eine Gruppe, welche an das gemeinsame Hauptpumprohr angeschlossen wurde. Die Entleerung findet von einer gemeinsamen Pumpstation aus statt. Jeder Brunnen liefert 0,5 Secundenliter, d. h. die Anlage schafft täglich über 10000 cbm. Die Kosten betrugen rund 890000 Mk., die Bauzeit dauerte nur 3 Monate.

c) Gallerien. Unter Sammelkanälen oder Sammelgallerien versteht man unterirdisch angelegte Kanäle mit theilweise durchlässiger Wandung, in welche das Grundwasser eintritt, um an einer Stelle abgepumpt zu werden oder, z. B. in einen Brunnen, abzufliessen. Sammelröhren solcher Art müssen entweder in der bacterienfreien Bodenzone oder, sofern das nicht angängig ist, in einem vor Verunreinigung geschützten Terrain liegen. Häufig hat man Gallerien in Thalsohlen parallel den Flüssen gebaut mit der Idee, das vom Fluss versickernde Wasser durch natürliche Filtration zu reinigen und in reichlicher Menge der Stadt zuzuführen. Meistens hat man jedoch auf diese Weise nicht Flusswasser, sondern dem Flusse zuströmendes Grundwasser, oder den ihm parallelen „Untergrundstrom“ erschlossen. Ueber die Frage, ob Fluss- oder Grundwasser vorliegt, entscheidet die vergleichende chemische Untersuchung, die Temperaturbestimmung und die Localinspection; die Entscheidung ist oft sehr schwierig. Sofern keine Bacterien vom Fluss aus mit dem einsickernden Flusswasser in die Gallerien gelangen, und sofern die Wassertemperatur nicht in zu grosser Amplitude schwankt, kann gegen die Benutzung des „durch natürliche Filtration“ gewonnenen Flusswassers nichts eingewendet werden.

d) Tiefbrunnen. Wo auf der oberen undurchlässigen Schicht Grundwasser von entsprechender Quantität oder Qualität nicht vorhanden ist, kann man die Durchbrechung der oberen abschliessenden Schicht unter Tiefbrunnenanlage versuchen. Enthält das tiefstehende Grundwasser Eisenoxydulverbindungen, so bildet sich bei Berührung mit Luft Eisenoxydhydrat. Man befreit das Wasser dadurch von dem Eisen und dem etwa vorhandenen Schwefelwasserstoff, dass man es in feinem Regen aus 2 m Höhe durch die Luft in ein mit Kies und Sand gefülltes Filterbecken fallen lässt (Oesten, Proskauer), oder dadurch, dass man es durch

Koksthürme von 2 m Höhe auf ein Sandfilter rieseln lässt, so dass 1 qm Filterfläche stündlich nicht mehr als etwa 1 cbm Wasser liefert (Piefke), oder man kombinirt beide Verfahren.

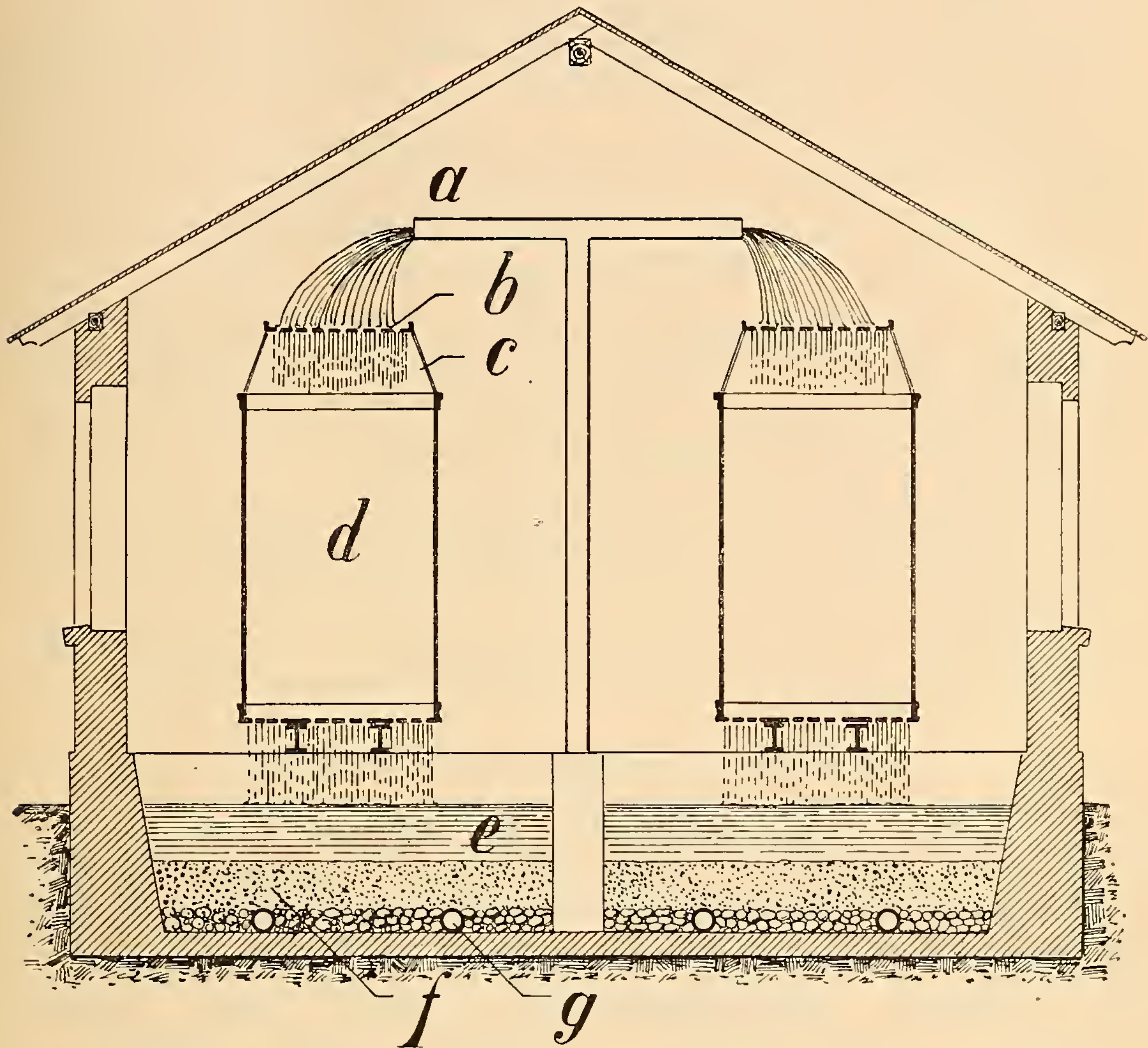


Fig. 35. Enteisenungsanlage. a Rohr, welches das „Rohwasser“ zuführt; b gelochtes Blech, von welchem das Wasser in feinen Strahlen (c) in die mit Koks gefüllten Thürme (d) fällt. Unten fällt das „gelüftete Wasser“ heraus und steht in dem Filterbassin bei (e) über der filtrirenden Grobsandschicht (f); g Reinwasserrohr.

Statt der Sandfilter lassen sich mit Vortheil die Wormser Filterplatten verwenden. Diese innen hohlen Kunststeine von etwa 12 cm Stärke und 1 m Seite liefern zu mehreren aufeinander gesetzt eine sehr grosse Filterfläche auf engstem Raum. Das gelüftete Eisenwasser tritt an die Aussenflächen heran, der Ocker wird zurückgehalten, das Wasser dringt völlig klar in die mittleren Hohlräume der Platten und wird abgesogen. Zur Reinigung lässt man das Reinwasser unter Druck durch die Platten zurücktreten, wobei dann der Eisenrost abfällt.

Für kleinere Betriebe mit beschränktem Raum eignet sich das Kröhnke-Dunbar'sche Verfahren: durch Zusatz von Eisen-

chlorid und Kalkmilch entsteht ein flockiger Niederschlag, welcher sehr rasch ausfällt; das so geklärte Wasser wird durch Sand filtrirt, welcher in einer Trommel mit beweglichen Siebböden eingeschlossen ist; zur Reinigung lockert man die Böden und spült mit Reinwasser aus. — Für den Hausgebrauch richtet Steckel den Brunnen doppelwandig ein mit zum Teil offenen Fugen; in den Wandzwischenraum und auf den Brunnenboden kommt eine Schicht zerschlagenen gebrannten Kalkes. Lübbert lässt das Eisenwasser durch Luft in einen mit fast bis unten reichender Scheidewand versehenen Kasten fallen, dessen unterer Theil Sand enthält; an der Reinwasserseite liegt über ihm eine Schicht Kalkstückchen, dann wieder Sand. — Kurt pumpt mit einer Doppelpumpe gleichzeitig sowohl eisenhaltiges Wasser aus einem Brunnen in ein unterirdisch gelegenes kleines Reservoir, wobei das Wasser durch Luft fällt, dann eine Filterschicht passirt und von dort in das tiefer gelegene kleine Reinwasserreservoir fliesst, als auch das klare Wasser aus letzterem. Wo wenig Eisen im Wasser vorhanden ist, genügt schon die Anbringung eines Kohlenfilters, um die Kohlensäure zu binden und das Eisen zurückzuhalten.

D. Die Versorgung mit Bach-, Fluss- und Seewasser.

Seewasser.

Das Seewasser kann in einzelnen Fällen ohne Weiteres getrunken werden; Glasgow erhält z. B. vorzügliches Wasser aus einem 39 km entfernten schottischen Bergsee, dem Lok Catrin.

Stets soll die Schöpfstelle des Seewassers ausserhalb der Grenze der Trübung liegen, welche durch Wellenschlag im Wasser erzeugt wird. (Vergleiche die Zeichnung Seite 86; bei gI ist die Schöpfstelle unrichtig, bei g richtig angelegt.) Bei tiefgrundigen Seen ist das Wasser aus den Schichten mit kühler, möglichst gleichmässiger Temperatur zu entnehmen. Ist das Seewasser der Gefahr der Infection ausgesetzt, so ist es wie verunreinigtes Flusswasser zu behandeln.

Bach- und Flusswasser.

Die aus bewaldeten, unbebauten und wenig bewohnten Gegenden hervorkommenden Bäche und Flüsse können direct zu Trink- und Gebrauchszwecken geeignetes Wasser liefern. Will man eine grosse Stadt mit derartigem Wasser versorgen, so fasst man die Bäche und führt sie in einem unterirdischen Kanal der Stadt zu. Wenn jedoch der Zufluss unregelmässig ist, die Bäche z. B. im Sommer versiegen, so baut man Reservoire oder sperrt Thäler ab und schützt sie vor Verunreinigung durch Umpflanzung mit Gehölz und durch Bewachung. Die

Versorgung bei unregelmässigem Zufluss.

Medicinischer Verlag von S. KARGER in Berlin NW. 6.

Medicinischer Verlag von S. KARGER in Berlin NW. 6.

zur Zeit des Ueberflusses sich füllenden Reservoire geben ihr Wasser in einer dem Bedarf entsprechenden Menge ab.

Gewöhnlich kann Sperr- und Flusswasser nicht ohne Weiteres genossen werden. Entweder liegt die Möglichkeit vor, dass Infectionserreger hinein gelangen oder suspendirte Partikel machen das Wasser unansehnlich, oder die gelösten Substanzen verleihen ihm einen gewissen unangenehmen Geschmack bezw. Geruch. Schlechte Eigenschaften des Flusswassers.

Das Hauptmittel, derartiges Wasser zum Genuss brauchbar zu machen, ist

die Filtration.

Es ist wünschenswerth, dass schon das unfiltrirte Wasser möglichst wenig verunreinigt sei; anderen Falles lässt man es vor der Filtration durch Klärbecken gehen, wo es im Verlauf von $^1/_2$—$1^1/_2$ Tagen einen grossen Theil seiner Sinkstoffe abgiebt.

Man unterscheidet zwischen centraler und Hausfiltration.

1. Centrale Filtration. Bei ihr kommt das Wasser vor der Vertheilung auf die Filter. Dieselben stellen 1—3000 qm grosse, gemauerte Becken dar, an deren Boden die mit vielen Oeffnungen Construction der Filter.

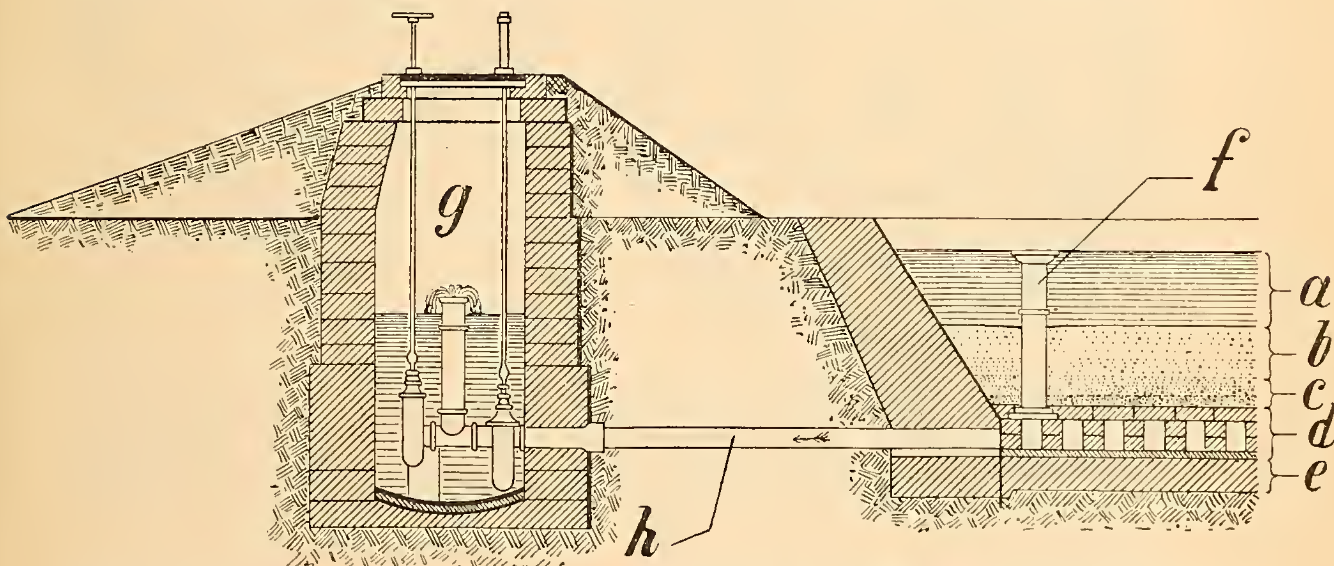


Fig. 36. Durchschnitt einer Filterabtheilung. a Unreinwasser; b Feinsand und Grobsand; c Feinkies und Grobkies; d Schicht aus lose zusammengesetzten Ziegeln; e Cementmauerwerk; f Kanal für Unreinwasser; g Regulirkammer für den Reinwasserabfluss; h Reinwasserkanal.

versehenen Sammelkanäle für das Reinwasser liegen; über dem Boden lagert eine unten aus Feldsteinen, dann aus grobem Kies, darauf aus feinem Kies bestehende Schicht von im Ganzen bis zu 80 cm Dicke; auf diese folgt eine dünne Lage groben Sandes, über welche 60 bis 120 cm hoch feiner, scharfer Sand geschüttet ist. Die Schichten werden an mehreren Stellen von den Zuflussrohren für das unreine Wasser durchsetzt. Ueberwölbung der Filter

schützt vor Verunreinigung von aussen und verhindert die für den Betrieb störende Eisbildung, schützt aber vor Erwärmung durch die Sonne nur wenig; das Wasser in überwölbten Filtern ist höchstens 1° kühler als in offenen. Die Reinwasserkanäle münden, nachdem sie die Aich- und Regulirkammern passirt haben, in das Reinwasserreservoir, von wo aus das Wasser zum Consum abgegeben wird. Als Paradigma für eine grössere Anlage diene die nachstehende Ansicht des Tegeler Wasserwerks. (Fig. 37.)

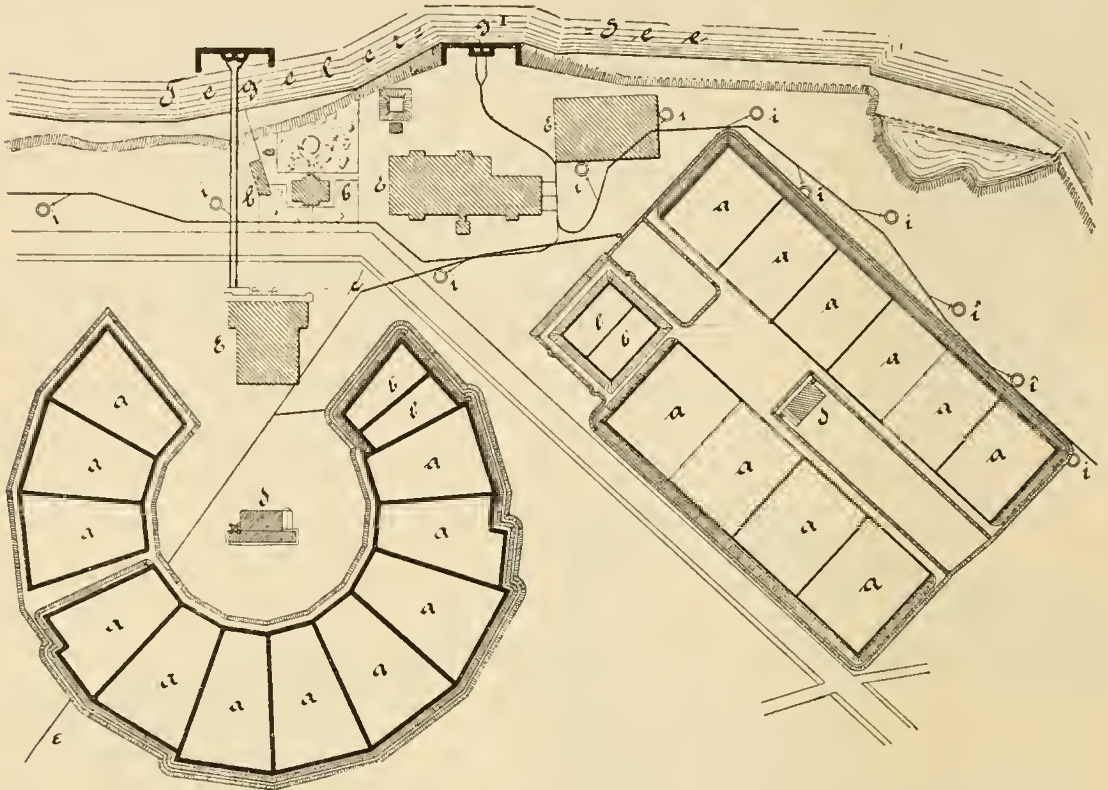


Fig. 37. Die Berliner Filteranlage zu Tegel. a Filter; b Reinwasserbehälter; c Druckleitung nach Charlottenburg-Berlin; d. Sandwäschen; e Maschinenhäuser und Kohlenschuppen; f Beamten-Wohnungen und Bureaus; g neue, g^I alte Saugkammer; i eine Anzahl durch ein Saugrohr verbundener Kesselbrunnen, aus welchen Berlin früher sein Wasser entnahm.

Soll ein Filter in Betrieb gesetzt werden, so füllt man es zunächst von unten her mit reinem Wasser, dann lässt man unreines Wasser zu. Aus diesem senken sich die suspendirten Bestandtheile auf den Feinsand nieder und bilden dort eine sehr feinporige, aber durchlassende Haut. Sie ist die eigentliche Filterschicht; die übrigen Schichten, auch der Feinsand, dienen ihr hauptsächlich als Unterlage, jedoch hält der Feinsand in seiner ganzen Dicke noch eine grosse Menge der Bacterien zurück, welche die Schlammschicht durchdrungen haben. Wenn sich nach 12—24 Stunden etwas Schlamm abgesetzt hat, so beginnt man die Filtration durch vorsichtiges Ablassen des Reinwassers. Je mehr Wasser durchfiltrirt ist, desto dicker und dichter wird die Schlammschicht, desto besser werden die suspendirten Bestandtheile zurückgehalten, aber desto weniger Wasser fliesst hindurch. Um die nothwendige Quantität zu erhalten, erhöht man

Filtrirende Schlammschicht.

Quantität.

den Filtrationsdruck durch vermehrten Zufluss von unreinem Wasser, bis bei ungefähr 60 cm Wasserhöhe eine weitere Steigerung sich verbietet, da bei stärkerem Druck das Filter Gefahr läuft, durchbrochen zu werden, d. h. die Schlammdecke und die Sandschichten werden an einer oder der anderen Stelle auseinander gedrückt, und ungereinigtes Wasser strömt durch die entstandene Lücke.

Das todtgearbeitete Filter wird gereinigt durch Abschaufeln der Schlammlage einschliesslich der obersten 1 cm starken Feinsandschicht. Wenn die Dicke des Feinsandes bis auf 30 cm Höhe vermindert ist, wird neuer oder wieder gewaschener Sand aufgefüllt.

Der Betrieb ist so zu regeln, dass möglichst langsam filtrirt wird; 1 qm Filterfläche soll in 24 Stunden 2, höchstens 3 cbm Wasser liefern, d. h. die Filtrations-(Arbeits-)geschwindigkeit beträgt etwa 100 mm; ihre Grösse richtet sich nach der Beschaffenheit des Rohwassers und der bacteriologischen Leistungsfähigkeit der Filter. Der Betrieb muss möglichst regelmässig sein, d. h. die Filtrationsschnelligkeit und Filtrationsleistung müssen in der Zeiteinheit die gleichen bleiben. Ungleichheiten, sog. Druckschwankungen, bewirken eine Störung der Ruhelage der feinen Partikel, und einen vermehrten Durchtritt derselben.

Qualität.

Früher glaubte man, ein gut construirtes Sandfilter halte bei einem regelmässigen Betrieb alle auf dasselbe gegebenen Keime zurück, und die im Filtrat enthaltenen Bacterien entstammten den unteren Filterschichten und dem Rohrsystem. Neuere Untersuchungen von C. Fränkel und Piefke haben jedoch gezeigt, dass auch die besten Sandfilter für saprophytische und parasitische Bacterien durchgängig sind. Besonders gefährlich ist die Zeit gleich nach der Reinigung der Filter, so lange sich noch keine genügende Schlammdecke gebildet hat; es empfiehlt sich daher, event. das im Anfange der Filtration gewonnene Wasser unbenutzt fortlaufen zu lassen.

Einen absoluten Schutz gegen Infection bieten somit die Sandfilter nicht. Indessen ist meistens die Zahl der pathogenen Bacterien im Wasser nicht gross, und von den vielen Tausenden von Keimen, welche im ccm Wasser auf das Filter gegeben werden, dringen bei regulärem Betrieb nur wenige hindurch. Wird aber die Schnelligkeit der Filtration über Gebühr gesteigert, oder kommen Betriebsstörungen vor, dann ist allerdings die Möglichkeit des reichlichen Durchtrittes der Bacterien gegeben.

Die übrigen schwebenden Bestandtheile des Wassers werden durch die Sandfilter fast alle vollständig zurückgehalten; die feinsten Thonpartikelchen indessen werden wenig beeinflusst. Die chemische Beschaffenheit wird insofern modificirt, als vorhandener widriger Geruch und Geschmack entfernt oder stark abgeschwächt werden, und salpetrige Säure und Ammoniak aus dem Wasser verschwinden, ferner durchweg die Oxydirbarkeit

etwas abnimmt, während die Rückstandsmengen, der Kalk- und Chlorgehalt, unbeeinflusst bleiben.

Controle der Filtration.

Die häufige, regelmässige bacteriologische Untersuchung des zu filtrirenden und des filtrirten Wassers jeden einzelnen Filters, nicht etwa des Mischwassers, ist das unerlässliche Mittel, sich über die Art des Betriebes zu unterrichten, den Gang der Filtration zu controlliren und eingeschlichene Schäden zu entdecken. Der bacteriologische Befund ist massgebend für die Betriebshaltung. Die Anzahl der Bacterien im ccm des filtrirten Wassers soll 100 nicht übersteigen.

2. Hausfiltration. Wenn die Sandfilter schon keinen absoluten Schutz gegen die Infection gewähren, so thun das die gewöhnlichen Hausfilter noch weniger. Diese Filter bestehen meistens aus porösem, oft sogar aus organischem Material; die Bacterien können sich darin in ausgezeichneter Weise vermehren, sie durchwachsen das Filter, und so ereignet es sich nicht selten, dass das filtrirte Wasser mehr Mikroorganismen enthält, als das zu filtrirende.

Bacterienfilter.

Es giebt bis jetzt nur sehr wenig Filter, welche keimdicht sind. Das zur Zeit viel gebrauchte Chamberland'sche Filter besteht aus einer Metallhülse, welche an die Wasserleitung angeschraubt wird, in die Hülse ragt, wasserdicht angeschlossen, eine innen hohle Kerze aus feinporigem Kaolin hinein. Das Wasser tritt zwischen Hülse und Kerze, durchdringt den Thoncylinder von aussen nach innen und fliesst aus der unten freivorstehenden Oeffnung der Kerze aus. Das Filtrat ist keimfrei, aber dafür ist seine Menge sehr gering, nach wenig Tagen nicht mehr als einige Liter in 24 Stunden betragend. Man kann durch Abbürsten der Kerze die Durchgängigkeit wieder herstellen. Das Pukall'sche Filter ist in Material und Construction dem Chamberland'schen ähnlich. Nach derselben Idee ist das Berkenfeld-Nordtmeyer'sche Filter construirt. (Fig. 38. S. 90.) Es besteht aber statt aus Kaolin aus gebrannter Kieselguhr. Die zur Reinigung erforderliche Bürste ist in den grösseren Filtern selbst untergebracht. Das Breyer'sche Filter beruht auf anderem Princip: auf einen hohlen, mit Tuch überspannten Metallkern wird Asbest in feinster Vertheilung aufgeschwemmt. Die Poren sind so fein, dass sie Bacterien nicht durchlassen. Durch sehr häufige Erneuerung des Asbestes wird reichliche Wasserlieferung gewährleistet. Im Allgemeinen ist die quantitative Leistung bei dem Berkenfeld'schen Filter wesentlich grösser als bei dem Chamberland'schen Filter. Daher ist ersteres für den Hausge-

brauch empfehlenswerther. Die mehr oder minder grosse Reinheit des Rohwassers ist von ausschlaggebendem Einfluss auf die Menge des Filtrates. Alle Filter werden von den Bacterien durchwachsen, die Berkenfeld'schen schneller — bei relativ reinem Rohwasser in längstens einer Woche — als die Chamberland'schen; aber es scheint (Gruber), dass das Wasser für die pathogenen Bacterien ein zu schlechtes Nährmaterial ist, und dass bei ihnen ein Durchwachsen nicht vorkommt. Die Neusterilisation geschieht am vortheilhaftesten durch Kochen in 2 pCt. Sodalösung.

Hausfilter liefern nur bei sorgfältigster Pflege und Handhabung ein unverdächtiges Wasser und bedürfen steter bacteriologischer Controlle, sie sind daher bis jetzt für den allgemeinen Gebrauch nicht geeignet und ersetzen keineswegs die centralen Filter.

Filter für indifferente Partikel.

Soll ein Filter nur indifferente, suspendirte Partikel abfangen, so thut eines der in den verschiedensten Formen und Combinationen gefertigten Kohlenfilter ausreichende Dienste. Die aus Schwamm, Zeug und sonstigem organischen Material hergestellten Filter sind nicht zu empfehlen.

Andere Methoden, verdächtige Wässer brauchbar zu machen

Abkochen.

sind 1. Das Erhitzen des Wassers. Für die meisten Krankheitserreger, die nicht Sporen bilden, liegt die Abtödtungstemperatur bei 70—75° C., aber es ist einfacher und sicherer, das Wasser bis zum Sieden zu erhitzen. Im Kleinbetriebe, in der Familie kann man von diesem Hilfsmittel in Epidemiezeiten Gebrauch machen; für den Grossbetrieb ist das Verfahren zu umständlich und zu theuer. Gegen den faden Geschmack des abgekochten Wassers werden Corrigentien, Thee, Kaffee, Zucker, Fruchtsäfte verwendet; meistens indessen genügt schon ein ordentliches Abkühlen des Wassers auf etwa 9—10° C. und ein kurzes Schütteln mit Luft, um jeden faden Geschmack zu nehmen.

Chemikalien.

2) Keimfreiheit des Wassers und damit Abtödtung der Krankheitserreger lässt sich erreichen (Traube-Bassenge) durch Einwirkung von 0,15 g käuflichen guten Chlorkalkes (= 0,1 g activen Chlors) auf 1 Liter Wasser während 10 Minuten; dann setzt man soviel Calciumbisulfit zu, bis jeder Geruch und Geschmack nach Chlor verschwunden ist.

Schumburg verwendet 0,06 g Brom (bei harten oder stark verunreinigten Wässern soviel Brom, dass eine schwache min-

destens 1/2 Minute beständige Gelbfärbung des Wassers entsteht) auf 1 Liter Wasser; innerhalb 5 Minuten sind alle pathogenen Bacterien abgestorben (0,06 g Brom ist enthalten in 0,2 ccm eine Lösung von 20 g Bromkali, 21,9 g freien Broms in 100 g H_2O). Der Bromgeschmack wird entfernt durch Zusatz von 0,05 g Natr. sulfurosum, 0,04 Natr. carbonic. und 0,025 Mannit pro Liter. Das Wasser schmeckt tadellos.

Für besondere Zwecke, bei Expeditionen z. B., sind diese Verfahren gut zu verwenden.

Die Zuleitung des Wassers zum Consum.

Die Zuleitung des reinen Gebrauchswassers zu den Städten geschieht entweder durch natürliches Gefälle oder durch Maschinenkraft. Das Wasser fliesst in gusseisernen, mindestens 1,5 m tief gelegten Röhren, welche sich in den Strassen der Stadt so verzweigen und wieder mit einander verbinden, dass möglichst wenig „todte Stränge" entstehen, um ein Stagniren des Wassers zu verhindern.

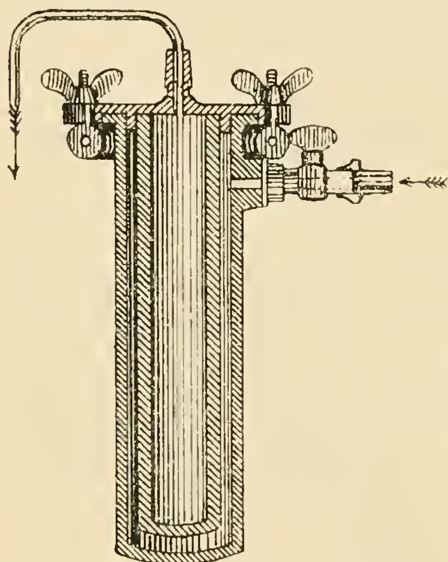


Fig. 38.
Filter von Berkenfeldt-Nordtmeyer.

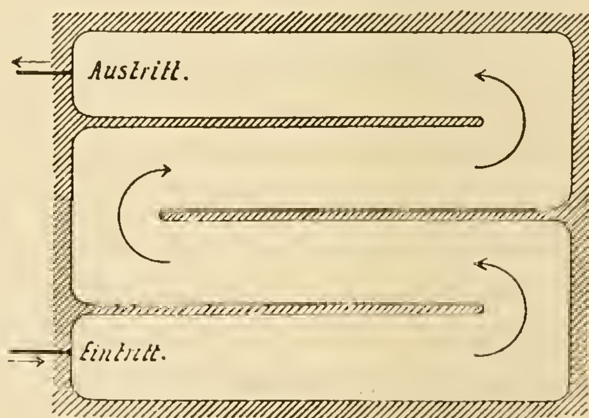


Fig. 39.
Reservoiranlage.

Reservoire. Um die Filter bei Schwankungen im Tagesgebrauch gleichmässig fortarbeiten lassen zu können, oder um bei nicht grossem Wasserreichthum das zur Nachtzeit zufliessende, überschüssige Wasser für den Tagesgebrauch aufzuheben, um ferner bei Feuersgefahr eine grosse Menge Wasser zur Verfügung zu haben, schliesst man gegen Verunreinigungen und Temperaturschwankungen möglichst geschützte Reservoire an die Hauptleitung an. Das Wasser fliesst gänzlich (Durchgangsreservoir) oder theilweise, d. h. soweit es nicht direct gebraucht wird

(Anschlussreservoir), in dieselben hinein und kommt von da je nach Bedarf zur Vertheilung. Um in grösseren Reservoiren todte Winkel, in welchen das Wasser längere Zeit stagnirt, zu vermeiden, baut man Schiedwände ein und legt Ein- und Ausfluss an die entgegengesetzten Enden.

Die Zuleitung aus der Strassenleitung in die Häuser findet gewöhnlich durch Bleirohre statt. Blei ist gut zu verarbeiten und billig, involvirt jedoch gelegentlich die Gefahr einer Intoxication. Haus-leitungen.

Werden Bleirohre nicht gewünscht, so finden vielfach Zinnrohre mit Bleimantel Verwendung. Auf eine besonders gute Löthung und Vermeidung von Rissen im Zinnrohr ist zu achten, damit nicht durch Elektrolyse Blei in Lösung gehe. Weiches Wasser, welches über Nacht in Bleirohren gestanden hat, wird besser nicht zum Trinken verwendet. Man kann die Gefahr der Bleilösung auch dadurch zu vermeiden suchen, dass man das weiche Wasser durch Kalkzusatz härter macht und seine freie Kohlensäure bindet, wie es z. B. in Dessau mit gutem Erfolg geschehen ist. Da ummantelte Zinnrohre theuer sind, benutzt man oft Rohre aus Schmiedeeisen, die zuweilen noch verzinkt sind; gesundheitliche Schädigungen sind weder bei Zinn- noch bei verzinkten Rohren bis jetzt bekannt geworden.

E. **Die Versorgung mit destillirtem Wasser.**

Unter Umständen kann es nothwendig werden, das Trink- und Hausgebrauchswasser durch Destillation zu gewinnen; so decken z. B. Iquique und Aden einen grossen Theil ihres Wasserbedarfes durch aus Seewasser gewonnenem destillirtem Wasser; ebenso wird auf den grossen Kriegsschiffen aller Nationen der bei weitem grösste Theil des Trinkwassers durch Destillation gewonnen. Bei der Erzeugung des Destillates kommt es darauf an, dass demselben kein Seewasser beigemischt werden kann, dass die Abkühlung eine möglichst grosse sei, und dass ihm viel Luft zugeführt werde, beides behufs Verbesserung des Geschmacks. Die besseren Apparate werden diesen Anforderungen gerecht.

V. Allgemeines über Wasseruntersuchungen.

Bei einer Wasseruntersuchung kann es sich handeln um die Fragen: 1. Ist das vorliegende Wasser zu einer einzurichtenden Versorgung geeignet? 2. Hat der Wassergenuss eine bestimmte Krankheit erzeugt? 3. Ist ein Wasser infectionsverdächtig?

Zur Entscheidung der ersten Frage sind die örtlichen Verhältnisse die wichtigsten, denn sie geben Auskunft über die Infectionsmöglichkeit. Die bacteriologische Untersuchung macht die Probe auf das Exempel, indem sie nachweist, ob das im allgemeinen als unverdächtig anzusehende Grund- oder Quellwasser der tieferen Bodenschichten wirklich keimfrei ist. Die chemische Untersuchung giebt Aufschluss über die Gebrauchsfähigkeit und die mehr oder minder grosse Appetitlichkeit des Wassers.

Die Frage, ob ein Wasser eine Krankheit verbreitet hat, entscheidet, soweit der directe Nachweis geführt werden soll, betreffs der Intoxicationen der Chemiker, betreffs der Infectionen der Bacteriologe.

Bezüglich der dritten Frage muss man Flügge Recht geben, wenn er verlangt, dass der Gesundheitsbeamte, der Arzt über die Infectionsmöglichkeit entscheiden soll. Dieser muss die örtliche Untersuchung vornehmen; fehlt ihm zur bacteriologischen und chemischen Untersuchung die nothwendige Uebung oder die Musse, so möge er sich die Untersuchung von Anderen machen lassen, aber das Endurtheil muss der Arzt als Hygieniker fällen, er allein ist competent. Als Richtschnur für seine Urtheilsbildung mögen ihm die in dem ersten Theil dieses Kapitels niedergelegten Betrachtungen über die Eigenschaften des Trinkwassers dienen.

Falls auf die zweite Frage der Chemiker oder Bacteriologe eine bestimmte Antwort nicht ertheilen kann, so entscheidet über Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit der Infection wiederum der Sanitätsbeamte, der Arzt oder der Hygieniker.

Bei der Inhibirung eines Wasserbezuges ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass 1. die Weiterbenutzung unmöglich gemacht werde, z. B. durch Aushängen des Pumpenschwengels, 2. für Ersatz gesorgt werde.

Sind Krankheitskeime in einem Wasser gefunden, so ist sein Bezug zu verhindern. Bei Brunnen dürften während einer mehrere Monate fortgesetzten Nichtbenutzung die Keime im Wasser abgestorben sein. Soll, was immer räthlich ist, desinficirt werden, so lässt sich der ganz oder fast völlig leergepumpte Kesselbrunnen mit Kalkmilch auspinseln, dann ist eine grössere Menge Kalkmilch einzuschütten, und von Zeit zu Zeit umzurühren; nach 24 Stunden ist abermals auszupumpen. Wo eine Lokomobile zur Verfügung steht, leitet man Dampf ein, wodurch das Wasser bis über 95° erhitzt wird. Wenn

diese Temperatur erreicht ist, sind alle Typhus- und Cholera-Keime des Brunnenwassers und der Brunnenwände abgestorben. Rasches Abpumpen des heissen Wassers ist erforderlich. Röhrenbrunnen werden durch Eingiessen von Karbolschwefelsäure keimfrei gemacht; auch durch Dampf lassen sich die Rohre desinficiren.

Litteratur: Tiemann-Gärtner, Handbuch der Untersuchung und Beurtheilung der Wässer 1895. Gärtner, Zur Hygiene des Trinkwassers, Schillings Journal 1894. Flügge, Die Beziehungen zwischen Grund- und Flusswasser in Breslau nebst kritischen Bemerkungen über die Leistungsfähigkeit der chemischen Trinkwasseranalyse. Zeitschr. f. Hyg. und Inf. 1896 Bd. 22. Fischer, Grundwasserversorgung mit besonderer Berücksichtigung der Entwässerung. Viertelj. für öffentl. Gesundheitspfl. Bd. 79. Dunbar, Zur Frage über die Natur uud Behandlung eisenhaltigen Grundwassers. Zeitschr. für Hyg. und Inf. Bd. 22. R. Koch, Wasserfiltration und Cholera, Ztschr. f. Hyg. Bd. 14. Gruber, Die Grundlagen der hygienischen Beurtheilung des Wassers, Viertelj. f. öff. Ges. 1893. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften von Franzius, Frühling, Schlichting, Sonne. Der Wasserbau 1893.

Der Boden.

I. Die Zersetzungsvorgänge im Boden.

Bereits von Alters her hat man gewisse Krankheiten mit dem Boden in ursächliche Beziehung gebracht und den Boden für die Salubrität der Wohnungen mit verantwortlich gemacht, insofern als feuchtes, schmutziges, mit Faulstoffen imprägnirtes Erdreich als gesundheitsschädlich betrachtet wurde. Die in reichem Masse dem Boden übergebenen fäulnissfähigen Stoffe werden dort zerlegt und zuletzt in die einfachsten Verbindungen, in Kohlensäure, Wasser, Salpetersäure und Salze, übergeführt. Früher glaubte man, dass es nur des freien Sauerstoffs zu diesem Zerfall bedürfe; jetzt weiss man, dass lebende Wesen, niedere Thiere, höhere und niedere Pflanzen und unter letzteren vor allen die Bacterien die Zersetzung einleiten, durchführen und vollenden.

Zahl und Vertheilung der Mikroben.

Mikroorganismen finden sich in jedem Boden. Ihre Zahl ist an der Oberfläche bis zu etwa 10 cm Tiefe am grössten, sie beträgt dort im ccm viele Hunderttausende bis mehrere Millionen. Das Erdreich bleibt stark bacterienhaltig bis zu 1 oder 2 m Tiefe, dann sinkt plötzlich die Keimzahl auf einige Tausend bis einige Hundert, und in 3—6 m Tiefe ist der Boden gewöhnlich keimfrei. Dieses Verhältniss findet sich in nicht umgewühltem, feinporigem Erdreich anscheinend überall.

Nachweis derselben.

Um den Bacteriengehalt zu prüfen, entnimmt man 0,1 bis 1,0 ccm Erde und vertheilt sie sofort in Nährgelatine oder in Wasser; dem Gemisch werden aliquote Theile entnommen und in neue Röhrchen mit Nährgelatine hineingegeben. Der Inhalt der Röhrchen wird entweder zu Rollplatten verarbeitet oder in Petri'sche Schalen bezw. auf Koch'sche Platten ausgegossen; die Keime lässt man auswachsen und zählt und untersucht die Colonien. Um die nur bei Luftabschluss wachsenden Bacterien zu Gesicht zu bringen, bedarf es einer der hierfür geeigneten Methoden; die Anaëroben scheinen in den tieferen Boden-

schichten zu fehlen, während sie in den oberen Schichten nicht selten sind; sie vermögen dort zu gedeihen, wo die Aëroben ihnen den Sauerstoff weggenommen haben.

Art der Zerlegung.

Indem die Bacterien ihr Nährmaterial der präformirten, organischen Materie entnehmen, spalten sie die Verbindungen. Unter Fäulniss versteht man die rasche und intensive Zerlegung stickstoffhaltiger Substanzen durch gewisse Bacterien, z. B. Proteus, bact. coli, bac. saprogenes, bac. fluorescens putidus und einige Anaëroben unter Luftabschluss oder bei beschränktem Luftzutritt; hierbei treten die Reductionen in den Vordergrund, und es entstehen Ammoniak und übelriechende Gase in grösserer Menge. Bei reichlicher Anwesenheit von Sauerstoff hingegen verläuft die Zersetzung unter der Bethätigung aërober Bacterien, wobei also die Oxidationen vorherrschen, als fast geruchlose Verwesung. Die Zerlegung stickstofffreier oder stickstoffarmer Pflanzentheile durch bestimmte Bacterien nennt man Vermoderung. Wollny wies nach, dass die Zerlegungen im Boden aufhören, wenn der Boden sterilisirt wird, dass sie wieder anheben, wenn neue Bacterien zugeführt werden.

Cohn nnd Hoppe-Seyler fanden, dass ein Amylobacter die Kohlenhydrate zerlegt. Das Fett wird anscheinend ohne Bacterienwirkung in Glycerin und Fettsäuren gespalten, doch sind bei der weiteren Zerstörung wiederum Spaltpilze thätig.

Schlösing und Münz, Müller und viele Andere zeigten, dass die Nitrification im Boden auf Bacterien beruhe, und Winogradsky züchtete den betreffenden Mikroorganismus rein — kurz, es ist zur Zeit kein Zweifel mehr, dass ohne Mikroorganismen eine Mineralisirung der organischen Substanzen nicht statthat. Hiermit ist zugleich gegeben, dass die Zerlegung nur in den oberen Schichten, soweit eben die Bacterien reichen, vor sich gehen kann. Gelangen so viel Schmutzstoffe auf einen Boden, dass sie von den Bacterien und den übrigen Pflanzen nicht bewältigt werden können, so dringen sie allmählich in Tiefen, wo die Bacterien fehlen. Derartigen Boden nennt man übersättigt.

Massstab für die Zerlegung.

Für die Grösse der Zersetzung hat man einen gewissen, allerdings sehr ungenauen Massstab in der Zusammensetzung der Bodenluft. Der Sauerstoff-, Stickstoff- und Kohlensäuregehalt der obersten oder der ganz reinen Bodenlagen ist ungefähr dem der Atmosphäre gleich; je tiefer man jedoch in den Boden eindringt, um so mehr nimmt der Sauerstoff ab, nimmt die Kohlensäure zu. In den bacterienhaltigen Bodenlagen sollte

die Menge der Kohlensäure mit der Zerlegung der organischen Substanzen parallel gehen; aber die Luft bewegt sich im Boden, und so kann an einer Stelle Kohlensäure zugeführt, an einer anderen abgeführt, also trotz gleicher Zersetzung eine grosse locale Differenz erzeugt werden (Fodor). Der Gehalt an Kohlensäure schwankt von 0,9 ‰ in dem sterilen Boden der Wüste bis zu 14 % im Ackerboden. Er richtet sich nach der Bodenart, nach der Art, Concentration und Menge der aufgebrachten, faulfähigen Substanzen und nach der Strömungsgeschwindigkeit der Bodenluft.

Bestimmung einiger Bodenbestandtheile.

Um die Menge der Kohlensäure zu bestimmen, saugt man die getrocknete Bodenluft durch Kaliapparate und wiegt vor- und nachher, oder man bestimmt sie mit den Pettenkofer'schen Apparaten.

Die Gesammtmasse der organischen Substanzen des Bodens lässt sich annähernd durch den Glühverlust ermitteln. Zur genaueren Bestimmung oxidirt man den Kohlenstoff der organischen Substanzen mittelst Schwefelsäure und Kaliumbichromat zu Kohlensäure und bemisst ihren Stickstoff nach der Kjeldahl-schen Methode. Die feineren Bodenarten besitzen ein starkes Absorptionsvermögen nicht nur für anorganische, sondern auch für organische Substanzen, z. B. für Alkaloide und ihnen ähnliche Körper (Toxine etc.) Giesst man Schmutzwasser oder gefärbtes Wasser in ein mit feinporigem Boden gefülltes Rohr, so fliesst es unten klar und ungefärbt wieder ab.

Die Vegetation der Bacterien und damit zugleich die Intensität der Zersetzungen wird wesentlich beeinflusst durch die Bodenbeschaffenheit, die Bodentemperatur und die Feuchtigkeit.

II. Die mechanische Structur des Bodens.

Korngrösse.

Der Boden setzt sich, sofern er nicht starrer Fels ist, aus einzelnen Partikeln, den „Körnern“, zusammen.

Ist das Korn feiner als 0,3 mm im Durchmesser, so hat man nach der Eintheilung von Knopp Feinsand,

ist der Durchmesser zwischen 0,3—1,0 mm Mittelsand.
„ „ „ „ 1—2 „ Grobsand,
„ „ „ „ 2—4 „ Feinkies,
„ „ „ „ 4—7 „ Mittelkies,
„ „ „ über 7 „ Grobkies.

Theilchen mit weniger als 0,05 mm Durchmesser bezeichnet man als Staub, sie bestehen meistens aus Thon.

Porenvolumen.

Durch die Aneinanderlagerung der einzelnen Körner werden die Poren gebildet. Unter Porenvolumen versteht man das Verhältniss der Poren zu den Körnern, bezw. bei den Gesteinen das Verhältniss der feinen Hohlräume in den Steinen zu ihrer soliden Masse. Man bestimmt das Porenvolumen eines Erdreiches, indem man ein bestimmtes Volumen Boden langsam von unten mit Wasser füllt. Das verbrauchte Wasser giebt direct das Porenvolumen in Cubikcentimetern an.

Das Porenvolumen beträgt, wenn die Körner gleiche Grösse haben, etwa 38%; es wird viel geringer, wenn sich feinere Erdtheilchen in die Hohlräume zwischen den grösseren eingelagert haben; so fand Flügge das Porenvolumen für Kies, für Sand und für Lehm zwischen 35,6 und 42,5% schwankend, ein Gemenge aus gleichen Theilchen Kies und Sand hatte nur 23 bis 28% freie Hohlräume.

Porengrösse und Permeabilität.

Die „Porengrösse" ist abhängig von der Korngrösse, je bedeutender diese, desto grösser jene; sie ist für die Durchlässigkeit, die „Permeabilität" eines Bodens in erster Linie massgebend. Fleck saugte Luft durch gleich hohe Schichten lufttrockener Bodenarten. Setzte er die Menge der durch den Kies gesaugten Luft gleich 100, so gingen durch Kies und Sand 62, durch feinkörnigen Sand 46, durch lehmigen feinkörnigen Sand 1, durch Lehm 0,5. Wesentlich wird die Durchgängigkeit für Luft beschränkt durch die Bodenfeuchtigkeit, sie ist in den feineren Poren schon aufgehoben, wenn sie etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt sind; Eisbildung hebt die Durchlässigkeit meistens vollständig auf. Das Vermögen des Bodens, durch Adhäsion Wasser in seinen Poren zurückzuhalten, nennt man seine „wasserbindende Kraft" oder seine „kleinste Wassercapacität"; sie ist hauptsächlich abhängig von der Porengrösse und steht zu ihr im umgekehrten Verhältniss. Man findet ihren Werth, wenn man ein bestimmtes, abgewogenes Volumen trockener Erde in ein Gefäss mit durchlöchertem Boden füllt, dies mit seinem untersten Theil in destillirtes Wasser einstellt, bis die Erde sich vollgesogen hat, dann das Gefäss herausnimmt, ablaufen lässt, bis nur noch vereinzelte Tropfen kommen, und abermals wiegt. Während bei Kies von etwa 5 mm Korngrösse durch die wasserbindende Kraft etwa 12% des Porenvolums mit Wasser gefüllt bleiben, sind bei Sand von 1 mm Korngrösse 37,5, unter 0,5 mm 84% gefüllt. Das „Wasserfassungsvermögen" oder die Wassercapacität ist gleich dem Porenvolumen.

Wassercapacität.

Capillares Aufsaugungsvermögen.

Das „capillare Aufsaugungsvermögen“ oder die „capillare Leitung“ beruht, wie der Name sagt, auf der Wasseranziehung der feinsten Haarröhrchen, wodurch bei gleicher Capillarität die Feuchtigkeit im Boden gleichmässig von den feuchteren Bodenschichten zu den trockneren hin vertheilt wird; allerdings werden etwas grössere Hohlräume ebenfalls gefüllt, in derselben Weise, wie die Ampulle des Lymphröhrchens, welche nicht mehr capillar ist, durch die Capillarattraction des unteren Röhrentheiles gefüllt wird. Je feiner die Capillaren sind, um so grösser ist die Steighöhe.

III. Die Beziehungen des Bodens zur Wärme, Feuchtigkeit und Luft.

A. Die Bodentemperatur.

Wärmeaufnahme

Die Temperatur der Bodenoberfläche geht bei bedecktem Himmel der Lufttemperatur parallel. Bei Sonnenbestrahlung wird der Boden stärker erhitzt, und zwar um so mehr, je dunkler, je grobkörniger, je trockner, und um so weniger, je hellfarbiger, compacter und feuchter er ist. Die Wärme dunkelen, trockenen Sandes kann in Mitteleuropa bis über 50° steigen. Je stärker die Absorption, um so stärker ist im Allgemeinen auch die Wärme-Emission, jedoch wird sich ein feuchter Boden wegen der besseren Wärmeleitung rascher und bedeutender abkühlen als ein poröser. Die specifische Wärme der verschiedenen trocknen Bodenarten ist nicht wesentlich verschieden, sie schwankt, die specifische Wärme des Wassers gleich 1 gesetzt, etwa um 0,3 herum; also gilt mit Recht trockner Boden als warm, feuchter als kalt; zudem geht bei feuchtem Boden noch Wärme durch Wasserverdunstung verloren.

In feuchten, compacten Boden dringt die Wärme schneller und tiefer ein, erreicht aber nicht so hohe Grade, ebenso wird die Abkühlung sich in ihm rascher, tiefer und intensiver bemerkbar machen als in trocknem, lufthaltigem Boden.

Wärmevertheilung

Unterhalb der Bodenoberfläche werden die Temperaturdifferenzen bald und wesentlich herabgesetzt; schon in ungefähr 5 cm Tiefe ist die Bodentemperatur der Lufttemperatur gleich; bei 0,5—1,0 m Tiefe verschwinden bereits die Tagesschwankungen zwischen der höchsten Mittags- und der kühlsten Nachttemperatur.

Im Bereich der Tagesschwankung folgt für jeden Decimeter Tiefe die Temperatur des Bodens der der Luft um ungefähr

$2^1/_2$ Stunden nach (Fodor). Der Einfluss der Jahreszeiten macht sich, verschieden nach Ort und Bodenart, bis zu einer Tiefe von 16 bis 33 m geltend. Die in Folge der schlechten Wärmeleitung durch den Boden bewirkte Verspätung der Temperatur beträgt für jeden Meter annähernd 3 Wochen. Die obersten Bodenschichten von 0—4 m Tiefe sind also im Herbste am wärmsten und im Frühjahr am kühlsten; es vegetiren daher die dort vorhandenen Saprophyten und die zufällig dort hingelangten Krankheitserreger im Beginn des Herbstes am lebhaftesten, im Beginn des Frühjahres am wenigsten. Sinkt die Temperatur unter 2—3°, so stockt das Bacterienleben, ohne indessen zu Grunde zu gehen.

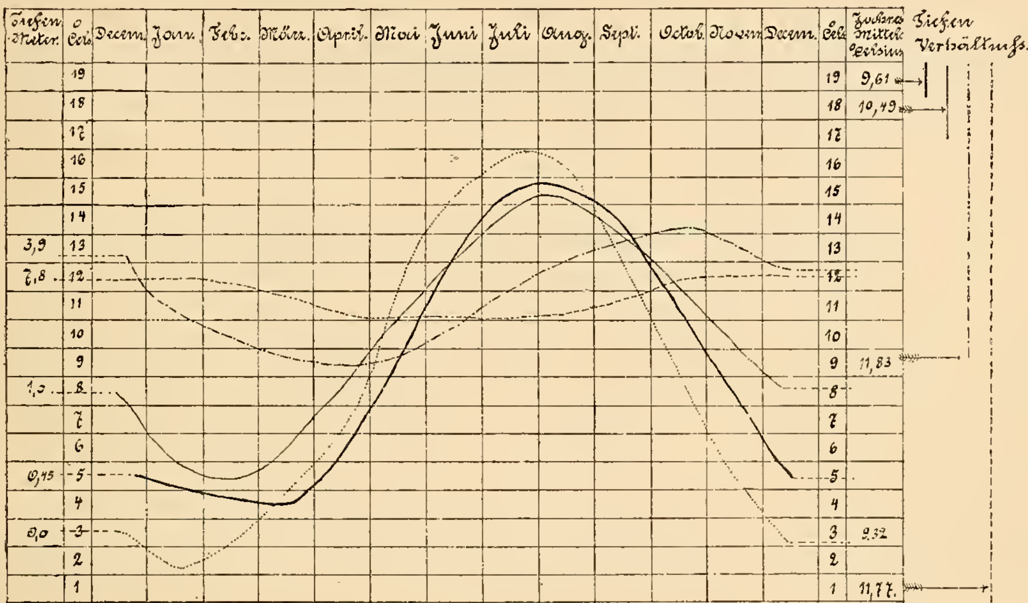


Fig. 40. Die Bewegung der Bodentemperatur in Brüssel.

Die Temperatur der obersten Schicht der gleichmässig warmen Bodenzone ist etwas höher als die der mittleren Jahrestemperatur, weil die Erdwärme ihren Einfluss geltend macht. Letztere nimmt für ungefähr 35 m um 1° zu. Wie sich die Temperatur in verschiedenen Tiefen und den einzelnen Monaten verhält, zeigt die Tabelle. (Fig. 40.)

B. **Die Bodenfeuchtigkeit.**

a) Der Wassergehalt der oberen Bodenschichten. Das Wasser, welches die Bodenfeuchtigkeit der oberen Schichten bedingt, in welchen allein die Mikroorganismen leben und die Zersetzungen vor sich gehen, wird gewöhnlich von oben als Regen aufgenommen.

Die Menge desjenigen Regenwassers, welche abläuft, ohne in den Boden zu dringen, richtet sich nach der Art und Con- Menge des ablaufenden Wassers.

figuration des Bodens, nach der Bewachsung, der bereits bestehenden Anfüllung der Poren mit Wasser und der Art des Regens. Bei starken Regengüssen verschliesst sich das Wasser selbst den Weg in die Erde, da es der Luft keine Gelegenheit giebt, aus den Poren zu entweichen. Die Annahme, ungefähr $^1/_3$ des Regens laufe ab, ist ganz willkürlich; von der Regenmenge, welche auf eine gut gehaltene Stadt trifft, läuft z. B. viel mehr ab, denn nur die in der Stadt verstreuten Gärten und Anlagen und die schlecht gehaltenen Höfe bilden die Eingangspforten.

Eindringen in grobporigen,

Das in den Boden gelangende Wasser dringt verschieden schnell in die Tiefe. Sind die Poren weit, besteht z. B. der Boden aus Schotter, grobem Kies ohne viel Einfüllungen feineren Materials, oder ist zerklüfteter Kalkstein vorhanden, so sinkt das Wasser sofort in die unteren Bodenschichten hinein, und in den oberen Bodenlagen bleibt trotz starken Regens sehr wenig Wasser.

in feinporigen Boden.

Ist das Erdreich hingegen feinporig, so füllt das Aufschlagswasser die Luft enthaltenden Poren der oberen Erdschichten aus. Nimmt man Beispiels halber an, der Boden sei auf eine Tiefe von 0,25 m trocken, und das verfügliche Porenvolumen betrage nicht 38 %, sondern nur 20 %, so kann 1 qm Fläche immerhin 50 l Wasser aufnehmen, ohne dass ein Tropfen über die 25 cm hinaus und in die Tiefe dringt. (50 l auf den qm bedeuten 50 mm Regenhöhe und betragen $^1/_{12}$ der Jahresregenmenge unserer Gegenden.) Dabei besteht noch die Annahme, dass alles Regenwasser eindringt, nichts abfliesst, nichts verdunstet.

Verdunstungszone.

Entsprechend dem Sättigungsdeficit und der Luftbewegung, der Porengrösse und der wasserbindenden Kraft des Bodens, sowie dem Wassergehalt der zunächst darunter liegenden Erdschichten geben die oberen Bodenlagen an die Luft durch Verdunstung von dem eingesickerten Wasser wieder ab. Die Schicht, aus welcher die Verdunstung statthat, nennt man nach Hofmanns Vorgang die „Verdunstungszone“. Sind die Poren der oberen Schichten mit Feuchtigkeit angefüllt, und kommt Regen hinzu, so drückt derjenige Theil, welcher nicht abfliesst, das in den Poren stehende Wasser tiefer, und zwar um so viel, als der eindringenden Regenmenge entspricht. Die grösseren Hohlräume der nächsten Bodenlagen füllen sich daher zunächst mit Wasser, lassen es jedoch entsprechend ihrer „wasserbindenden Kraft“ bald nach unten hin abfliessen. Der Wassergehalt dieser Schichten, der sog. „Durchgangszone“, kehrt zu seiner

Durchgangszone.

früheren Gleichgewichtslage zurück, die grösseren Hohlräume und die weiteren Kanäle sind wasserleer, die Capillaren hingegen sind entsprechend ihrer wasserbindenden Kraft gefüllt.

Ist das Aufschlagswasser aus der Verdunstungzone verschwunden, so giebt bei grossem Sättigungsdeficit der Luft die Durchgangszone von ihrem Wasser an die Luft insofern ab, als ihre Grenze tiefer gelegt wird, und ein Strom capillaren Wassers aus ihr zur Verdunstungszone hinstrebt.

Die Abgabe von Wasser an die „Verdunstungszone“ vom Grundwasser aus findet nur bei sehr hohem, bis dicht an die erstere Zone ragendem Grundwasserstande statt.

b) Das Grundwasser. Stösst das niedergehende Wasser auf eine undurchlässige Schicht, auf Thon oder undurchlässiges Gestein, so staut es sich darüber an und füllt alle Hohlräume. Dieses Wasser bildet das „Grundwasser“; die Bodenschicht, in welcher es sich befindet, ist die „Grundwasserzone“.

Capillare Grundwasserzone.

Je nach der Weite der Capillaren verschieden hoch hinaufreichend, liegt über der eigentlichen Grundwasserschicht ein Bezirk, in welchem durch die capillare Attraction alle Capillaren und ein Theil der etwas weiteren Hohlräume mit Wasser gefüllt sind, es ist dieses die „Zone des capillaren Grundwassers“.

Einfluss der Jahreszeit.

Wenn, wie in vielen Gegenden Nord- und Mitteldeutschlands, die Regen ziemlich gleichmässig — mit geringer Sommersteigerung — auf die einzelnen Monate vertheilt sind, wenn, wie fast immer in den Sommermonaten, das Sättigungsdeficit gross ist, und wenn der Boden nicht weitporig ist, so wird in der warmen Jahreszeit, weil grosse Mengen Wasser aus der „Verdunstungszone“ wieder in die Luft entweichen, bei nicht sehr hoch stehendem Grundwasser kein Abfluss in das Grundwasser statthaben.

Dahingegen sind die Niederschläge des Herbstes, die Schneeschmelze und die Frühjahrsregen von erheblicherem Einfluss auf das Grundwasser. In den Bezirken mit geringem Wasserreichthum weiss man sehr genau, dass die Ergiebigkeit der Quellen, der Stand des Brunnenwassers hauptsächlich von der Feuchtigkeit der kalten Jahreszeit, von der Langsamkeit der Schneeschmelze abhängt. Mit steigendem Grundwasserspiegel hebt sich die Zone des capillaren Grundwassers.

Langsamkeit des Uebertritts in das Grundwasser.

Die Zeit, welche vergeht, bis das Aufschlagswasser in das Grundwasser eindringt, richtet sich nach der Porenweite. Bei weitporigem Boden läuft das Regenwasser sehr rasch durch die präformirten Kanäle in das Grundwasser hinein. Die zwischen

den weiteren Abflussräumen liegenden feinporigen, verschlämmten Schichten halten die Feuchtigkeit, geben sie nur durch Verdunstung ab und ersetzen den Verlust bei dem nächsten Regen.

Bei feinporigem, nicht von Kanälen und Rissen durchsetztem Boden dauert es vielleicht Jahre, bis das Grundwasser erreicht wird.

Wenn z. B. die jährliche Regenmenge mit 600 mm angenommen wird, und die Hälfte durch Ablaufen und Verdunsten verloren geht, wenn ferner der Annahme nach das Grundwasser in 6 m Tiefe steht, und das verfügbare Porenvolumen 20% beträgt, dann wird das in diesem Jahre einsickernde Regenwasser — 300 l pro qm — 1,5 m tief eindringen, im nächsten Jahre wird es wiederum um 1,5 m tiefer gedrückt, und erst in vier Jahren ist das Grundwasser erreicht.

Bestimmung des Standes.

Die Höhe des Grundwassers misst man durch Messstangen, Messbänder, Schalenapparate oder durch Schwimmer, die mit Indices versehen sind, in besonderen Schächten oder in Rohren, welche zu dem Zwecke eingeschlagen sind, oder in zweckmässig liegenden Brunnen.

Seitlicher Zufluss.

Der jeweilige Stand des Grundwassers richtet sich nach dem Zufluss und nach dem Abfluss. Der Zufluss kann von oben und von der Seite her erfolgen. Der erstere ist soeben besprochen. Der seitliche Zufluss macht sich geltend, wenn in grösserer oder geringerer Entfernung von dem Beobachtungsort Niederschläge stattgefunden haben, die in das Grundwasser eindringen, er ist vielfach erheblich stärker als der von oben kommende. Weiter können seitliche Zuflüsse dadurch entstehen, dass Flüsse und Seen von ihrem Wasser an das Grundwasser abgeben. Im Allgemeinen fliesst häufiger das Grundwasser in die Flüsse und Seen hinein, als das Flusswasser in das Grundwasser eindringt; letzteres ereignet sich jedoch bei Flüssen, die nicht verschlammt sind, und deren Bett in lockerem Boden liegt. Auch tritt vielfach bei Hochwasser und Ueberflutungen Wasser in den Untergrund bei solchen Flüssen, die bei gewöhnlichem Wasserstand nichts durchlassen. An manchen Orten wirkt die seitliche Zuströmung auf den Stand des Grundwassers ein, an anderen die verticale und an dritten beide.

Abfluss.

Der Abfluss hängt von den Bodenverhältnissen ab. Ist er behindert oder fehlt er völlig, so wird bei Zufluss ein Steigen des Grundwassers statthaben; ist er frei, so braucht trotz vermehrten Zuflusses ein Steigen nicht einzutreten. Die Schnelligkeit des Grundwasserstromes schwankt von 0 bis 20 und mehr Metern in 24 Stunden.

Man hat behauptet, der Stand des Grundwassers sei ein Index für die Feuchtigkeit der oberen Bodenschichten. Diese Annahme ist nur zum geringen Theil richtig. Sie ist richtig, wenn der Boden grobporig ist, und das Regenwasser rasch in die Tiefe sinkt. In diesem Falle ist aber ein Index nicht erforderlich. Sie ist ferner richtig für die Zone des capillaren Grundwassers, welche selbstverständlich mit dem Grundwasser selbst steigt und fällt. Sie ist aber stets unrichtig, wenn, wie so häufig, bei gut gehaltenen Städten immer, die seitlichen Zuflüsse den Stand des Grundwassers bedingen, oder wenn der Abfluss bei einer gewissen Höhe frei wird. Ist der Boden feinporig, und ist der Stand des Grundwassers durch verticale Zuströmung bedingt, so zeigt das Fallen oder der Stillstand des Grundwasserspiegels an, dass kein Wasser mehr von oben zufliesst, dass also oben in der Verdunstungszone eine trockene Zeit bestanden hat. Dabei kann aber die Verdunstungszone in Folge von zur Zeit stattfindenden oder kurz vorher gefallenen Niederschlägen recht feucht sein, wenn nur nicht soviel Wasser in ihr steht, dass die Poren gefüllt sind, weil dann die Durchgangszone und das Grundwasser keinen Zufluss bekommen. Index für Bodenfeuchtigkeit

Massgebend für die Feuchtigkeit der oberen Schichten sind die Bodenconstitution und -Configuration, die Niederschläge und das Sättigungsdeficit. Ueber ihre absolute Menge giebt nicht der Stand des Grundwassers, sondern allein die directe Untersuchung genügende Auskunft. Unter grossen, gut gehaltenen Städten ist der Feuchtigkeitsgehalt überall dort, wo die capillare Grundwasserzone nicht in Frage kommt, nur geringen Schwankungen unterworfen. Bestimmung der Feuchtigkeit der oberen Bodenschichten.

Die Luft der Durchgangszone ist stets mit Feuchtigkeit gesättigt, die Luft der Verdunstungszone hingegen nicht immer.

C. Die Bodenluft.

Der Boden ist von Belang als Untergrund der Häuser. Aus dem Erdreich können Feuchtigkeit und Bodengase, nicht aber Mikroorganismen in die Wohnungen hineindringen.

Wenn im Winter der Boden gefroren, die Aussenluft kalt ist, so wirken die in ihrem Innern erwärmten Häuser ansaugend auf die Bodenluft, vorausgesetzt, dass keine Communication der Räume unter dem Fussboden des Erdgeschosses mit der Aussenluft besteht; sind aber z. B. die Kellerfenster offen, so wird die leicht bewegliche Aussenluft und nicht die in den engen Poren schwer bewegliche Bodenluft angesogen. Im Sommer wirken die Eindringen in Wohnungen.

Diffusion, der wechselnde Atmosphärendruck, eindringende Meteorwässer, der Unterschied zwischen Boden- und Luftwärme und der Wind auf die Bodenluft ein; indessen ist ihr Austritt in die Wohnungen im Sommer nicht bedeutend.

Schädliche Gase. Die in der Bodenluft enthaltenen Gase, welche einen schädigenden Einfluss ausüben könnten, sind Schwefelwasserstoff und Kohlensäure. Ersterer kommt, besondere Fälle ausgenommen, in erheblicher Menge im Boden nicht vor, die letztere aber stellt ein relativ unschädliches Gas dar, welches, bis zu 1,0 % eingeathmet, noch keine Störungen hervorruft. Mehr Kohlensäure als 0,5 % dürfte sich kaum in einer Kellerluft, geschweige in der Luft der oberen Stockwerke finden. Ueber den grossen Gehalt der Luft an Kohlensäure in Grüften, Schächten u. s. w. ist bereits gesprochen worden.

Schädigungen sind dort zu fürchten, wo in Folge des Platzens von Gasröhren Leuchtgas der Bodenluft beigemischt ist. Dasselbe kann auf viele Meter weit, besonders bei asphaltirtem oder gefrorenem Boden, von der Strasse her in die Keller und Erdgeschosse der anliegenden Häuser eindringen und Kohlenoxydvergiftungen bewirken. Da das Gas bei dem Durchgang durch den Boden seinen specifischen Geruch zu verlieren pflegt, ist es durch seinen Kohlenoxydgehalt nachzuweisen.

IV. Die pathogenen Bacterien im Boden und die „Bodenkrankheiten".

Lebensbedingungen. Ausser den saprophytischen können auch pathogene Mikroorganismen im Boden vorkommen, und ihre Anwesenheit und ihr Verhalten sind der wichtigste Theil der ganzen Bodenhygiene.

An der Bodenoberfläche werden pathogene Bacterien sowohl vorkommen, als auch leben können, wenn nur genügende Feuchtigkeit und Wärme vorhanden sind; entwicklungshemmend sind die starke Belichtung und die Concurrenz mit den robusten Bacterien der Ackerkrume, welche wahrscheinlich in einer Ernährungsbehinderung besteht. In den obersten Bodenlagen, d. h. bis zu 25 cm Tiefe, fällt die Schädigung durch das Licht fort, und bei genügender Wärme und Feuchtigkeit kann die Entwickelung eine üppige sein. Der Annahme nach soll ein poröser

Poröser, feuchter, Boden mit mittlerem Feuchtigkeitsgehalt und starker Verunreinigung der Entwickelung der pathogenen Keime günstig sein. Typhus- und Cholerabacillen gedeihen allerdings bei Sauerstoffzufuhr besser als bei Sauerstoffmangel, und sie bedürfen der

Feuchtigkeit, aber über das Minimum oder Maximum ihres Wasserbedarfes liegen Untersuchungen nicht vor, „mittlere Feuchtigkeit“ ist daher ein ganz unbestimmter Begriff. Ob der Boden verunreinigt ist oder nicht, erscheint nicht von wesentlichem Belang. Ein zerfallenes Pflanzentheilchen, das kleinste Partikelchen animalischer Substanz enthält Nahrung genug für Millionen pathogener Bacterien; aber je unreiner der Boden ist, um so mehr Saprophyten sind in ihm, um so eher nehmen sie den Krankheitserregern die Nahrung fort. Ein anderes Moment ist von grösserem Belang, wenn nämlich ein Boden sehr verunreinigt wird, d. h. viel Abfallstoffe aus dem menschlichen Haushalt auf ihn gebracht werden, dann liegt die Gefahr vor, dass mit dem Unrath zugleich infectiöse Keime dorthin gelangen. Es schliesst also die Verunreinigung nicht selten die Infectionsmöglichkeit ein. Bei grösserer Bodentiefe dürfte sich schon die Verminderung der Wärme und des Sauerstoffs, sowie die Anwesenheit der Kohlensäure bemerkbar machen, und in ungefähr 2 m Tiefe ist eine nennenswerthe Vermehrung nicht mehr zu erwarten; zudem gelangen die Krankheitserreger nur selten in solche Tiefen hinein. Der Transport durch das Wasser ist die einzige Möglichkeit für die Mikroorganismen, von der Bodenoberfläche bis in die Tiefe zu gelangen. In feinporigem Boden ist die auf diese Art bewirkte Dislocation, wie Seite 102 gezeigt wurde, sehr gering und geht sehr langsam vor sich; dahingegen können im zerklüfteten oder grobporigen Boden rasch grössere Tiefen erreicht werden; aber unter den in der Tiefe herrschenden ungünstigen Verhältnissen dürften die Organismen dort in nicht zu langer Zeit absterben. Durch das Weiterwachsen der Bacterien tritt eine nennenswerthe Ortsveränderung nicht ein.

Verunreinigter Boden.

Wenn pathogene Bacterien zusammen mit den Fäcalien auf den Erdboden und in den Acker gelangen, so ist ihr Vorkommen über die Tiefe der Pflugfurche und des Spatenstiches hinaus eine Seltenheit. Denn nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen darf man annehmen, dass die Lebensdauer im Erdboden eine kurze, wenige Monate nicht übersteigende ist; ein tieferes Eindringen durch Wassertransport ist also nicht zu fürchten.

Die Krankheitserreger vermögen, soweit sie staubtrocken sind und das Austrocknen vertragen, wie es z. B. bei den Tuberkulosebacillen der Fall ist, von der Bodenoberfläche durch Verstäuben zum Menschen zurückzukehren; im Uebrigen können von den obersten Bodenschichten aus Infectionen durch Menschen

und Tiere, welche die Bacterien an ihren Füssen weitertragen oder sie in ihrem Darm einige Zeit beherbergen (Insecten), oder durch gewisse Gemüse, die roh genossen werden, oder durch directe oder indirecte Einführung von Bodentheilchen in den Mund vermittelt werden. Sollten pathogene Bacterien in die Tiefe des Bodens gerathen sein, so wäre nur denkbar, dass sie durch Aufgrabungen an die Oberfläche, oder durch Wassertransport in undichte Brunnen gelangten, von wo aus dann eine Infection möglich wäre. Dahingegen nimmt die aufsteigende Grundluft keine Bacterien mit, ebenso wenig thun das, wenigstens nicht in nennenswerther Weise, etwa von unten nach oben gehende capillare Wasserströme. Untersuchungen an eingegrabenen Thierleichen haben ergeben, dass die pathogenen Bacterien in den Leichen bald zu Grunde gehen und in der den Sarg umgebenden Erde nicht mehr aufzufinden sind.

Die Infectionsgefahr, welche von den krankheitserregenden Bacterien droht, die in den Boden mit den Leichen oder den Fäcalien hineingegraben worden sind, ist also minimal; gefährlicher sind die Krankheitserreger der freien Bodenoberfläche, z. B. der mit Dungstoffen besudelten, schmutzigen Dorfstrassen, der engen, dunklen, feuchten Höfe der Grossstädte.

Bei zwei Krankheiten, soweit bis jetzt bekannt ist, nämlich bei Malaria und Tetanus, liegen die Verhältnisse anders, sie sind als wahre „Bodenkrankheiten" aufzufassen, denn ihre Erreger bewohnen den Boden oder sind dort jedenfalls sehr häufig; für alle übrigen Krankheiten gelten jedoch die vorstehenden Angaben.

a) **Malaria.**

Die Malaria wird durch Protozoen erzeugt (s. Kap. Malaria), die man wohl im Blut der Erkrankten, aber noch nicht im Erdboden gefunden hat; trotzdem ist kein Zweifel, dass sie im Erdboden vorhanden sind, sonst könnte man sich ihr Auftreten bei Erdbewegungen, ihr Verschwinden, wenn der Boden trocken gelegt, unter Wasser gesetzt oder mit malariafreier Erde überschüttet wird, nicht erklären.

Feuchtigkeit und Wärme sind für die Entwickelung der Erreger dieser Krankheit unerlässlich. Nach Hirsch fehlt die Malaria dort, wo die mittlere Sommertemperatur unter 15° sinkt; mit steigender Wärme nimmt ihre Verbreitung zu. Grosse Nässe und grosse Trockenheit sind ihr nicht günstig. Man darf nicht glauben, dass das Terrain, welches sie birgt, geradezu sumpfig sein muss, das ist nicht der Fall: wenn der rothe, lockere, feuchte

Fels, auf welchem Hongkong steht, aufgebrochen wird, so treten auch jetzt noch unter den Erdarbeitern und in den umliegenden Häusern Intermittenten auf. Indessen kann nicht geleugnet werden, dass die Malaria die sumpfigen Bezirke bevorzugt, wenn auch andererseits weite Strecken sumpfigen Terrains, selbst in den Tropen, völlig malariafrei sind. Wo die Protozoen der Malaria sich finden, da giebt es Malaria, wo sie nicht sind, da fehlt die Krankheit trotz Wärme, Feuchtigkeit und faulfähiger Substanz.

b) **Tetanus und Trismus.**

Der Tetanusbacillus erzeugt ein so bösartiges Gift, dass schon 0,25 mgr im Stande sind, einen Menschen zu tödten. (Brieger und Cohn.)

Schon lange hatte man die Beobachtung gemacht, dass der Tetanus mit Vorliebe von verschmutzten Wunden ausgeht. Genaue Angaben über die Aetiologie brachte Nicolaier. Als er Mäuse mit Gartenerde impfte, um malignes Oedem zu erzeugen, starb ein Theil dieser Thiere nicht daran, sondern an ausgesprochenem Tetanus. Der Erreger war ein ziemlich dünner, anaërober, sporenbildender Bacillus. Seit der Zeit ist der Tetanusmikrobe vielfach in Wunden sowohl bei Menschen und Thieren als auch in der Erde, im Mauerschutt, im Dung der Pferde etc. gefunden worden. Es besteht die Annahme, dass der Darm der Hausthiere, insonderlich der Pferde, seine eigentliche Heimath sei. Solange die Kothballen warm, feucht und somit luftleer bleiben, also auch im aufgestapelten Mist, kann die Entwickelung und Sporenbildung weiter gehen; eine Vermehrung in der Erde findet vielleicht statt, wenn bei hoher Wärme und genügender Feuchtigkeit durch lebhafte Bacterienwucherung Sauerstoffmangel eingetreten ist. Die Bacillen sind übrigens nicht gleichmässig vertheilt: während z. B. in Bombay in 5 Jahren 1955 Menschen an Wundstarrkrampf starben, kamen unter 8122 aufgenommenen Kranken in Bellary nur 5 Fälle von Tetanus vor (Hirsch).

c) **Malignes Oedem.**

Eine andere echte Bodenkrankheit ist das maligne Oedem. Besonders im gedüngten Boden und im Mist mancher Thiere finden sich anaërobe, sporenbildende pathogene Bacillen, welche kleiner und schlanker als Milzbrandbacillen sind. Bringt man Erde unter die Haut von Thieren, so entsteht an der Impfstelle ein seröses, blutiges Oedem unter starker Wucherung der erwähnten Bacillen; der Tod erfolgt in 2 bis 6 Tagen. Beim Menschen tritt diese Krankheit selten auf; es scheint, als ob ein Theil der als „gan-

gränöses Emphysem" bezeichneten Affectionen auf den Bacillus des malignen Oedems zurückgeführt werden muss.

Von anderen Krankheiten, welche man mit dem Boden in Zusammenhang gebracht hat, z. B. Kropf, Kretinismus, Diarrhöen Dysenterie, Diphtherie, Tuberkulose, Cholera, Typhus, gewähren die beiden letzteren bezüglich ihrer Bodenätiologie ein besonderes Interesse.

b) Cholera und Typhus.

Die epidemiologische Forschung lehrt, dass beide Krankheiten gewisse Oertlichkeiten in auffälliger Weise verschonen, andere wiederum mit Vorliebe aufsuchen. Diese Beobachtungen führten zu der Annahme, dass örtliche Verhältnisse massgebend seien, und zwar sollte undurchlässiger Boden für die Ausbreitung ungünstig, hingegen feuchter, lockerer, verschmutzter Boden günstig sein. Die directe Ansteckung wurde geleugnet und die Hypothese aufgestellt: die von dem Menschen ausgeschiedenen Krankheitskeime seien nicht sofort infectiös; um die Krankheit erzeugen zu können, müssten sie erst in die Erde gelangen, wo eine Art „Reifung" stattfände (monoblastische Hypothese). Von anderer Seite wurde angenommen, der vom Menschen kommende Keim sei an sich nicht ansteckend, nicht „contagiös"; es müsse eine individuelle Disposition, welche in der Regel durch einen aus „siechhaftem" Boden kommenden anderen Pilz erzeugt würde, „miasmatische Infection", hinzutreten, um die Krankheit zu erzeugen (diblastische Hypothese).

Monoblastische Hypothese.

Diblastische Hypothese.

Ihre Hinfälligkeit.

Beide Theorien sind hinfällig geworden durch die Auffindung specifischer pathogener Bacterien und den Nachweis, dass sämmtliche Krankheitserreger, soweit sie auf Thiere übertragbar sind, direct, d. h. ohne Durchgang durch den Boden inficiren. Hiermit ist jedoch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass gewisse Parasiten, wenn sie einige Zeit in der Erde ein saprophytisches Leben geführt haben, eine höhere Virulenz oder Vitalität erlangen.

Für die Cholera haben viele Beispiele am Menschen die directe Infectionsmöglichkeit bewiesen.

Nur ein Beispiel sei angeführt. Im Winter 1885/86, als deutsche Medicinalbeamte im Gesundheitsamt zu Berlin in der Untersuchung auf Cholera ausgebildet wurden und mit Cholerareinculturen arbeiteten, erkrankte einer der Herren an Cholera. Die Krankheit wurde sowohl durch ihre Symptome als durch den Nachweis der Bacillen im Stuhl identificirt. Damals war in ganz Deutschland keine Cholera, der Erdboden war fusshoch mit Schnee bedeckt, und die Arbeitsräume lagen im ersten Stockwerk des Hauses.

Ferner spricht das Auftreten von Choleraepidemien auf Schiffen, wie sie mehrfach in den letzten Jahren beobachtet worden sind, gegen die Nothwendigkeit eines Bodeneinflusses. Andererseits ist unzweifelhaft, wie wir gesehen haben, der Boden in seinen obersten Schichten eines der Medien, auf und in welchen sich die Erreger von Cholera und Typhus eine Zeit lang halten und vermehren können. Selbstverständlich sagt den Mikroorganismen die eine Bodenart mehr zu als die andere. Starrer Fels, kalter, wenig poröser Lehm eignen sich nicht so gut für die Entwicklung als humoser, lockerer Boden; letzterer ist mehr „disponirt“ als ersterer. Saubere, reinlich gehaltene Städte und Ortschaften werden nicht so viel von den Seuchen zu leiden haben als unsaubere; erstere sind weniger disponirt.

Oertliche Disposition.

Die Epidemiologie hat weiter gezeigt, dass gewisse Orte bei dem einen Seuchenzuge verschont blieben, bei dem nächsten betroffen wurden. Um diese mit der Theorie von der einfachen örtlichen Disposition nicht übereinstimmende Erscheinung zu erklären, sagte man, es müsse zu der „örtlichen“ Disposition die „zeitliche“ hinzukommen, erst wenn beide zusammenträfen, sei die Ausbreitung der Seuchen möglich.

Zeitliche Disposition.

Sofern man unter zeitlicher Disposition das Vorhandensein günstiger Umstände, z. B. entsprechender Wärme und Feuchtigkeit, grossen Verkehres und dergl. versteht, lässt sich gegen einen solchen Ausdruck nichts einwenden. Zur Entwicklung der pathogenen Bacterien, zum Haften der Infection, zur Massenansteckung sind immer und bei allen Krankheiten günstige äussere Momente nothwendig.

In ausgesprochener Weise soll der Ausbruch von Cholera und Typhus von der Feuchtigkeit des Erdreichs abhängig sein, so zwar, dass bei sinkendem Grundwasser, also verminderter Feuchtigkeit, die Sterblichkeitskurve steigt, während sie bei steigendem Grundwasser sinkt. Für München ist dieses Verhalten in Bezug auf den Typhus durch langjährige Beobachtung nachgewiesen; ausserdem stimmt es für eine Reihe anderer Städte. In München sinkt in den Wintermonaten der Grundwasserstand, und es fällt die grösste Höhe der Typhuscurve in die kalte Jahreszeit. Die Coincidenz fehlt hingegen in anderen Orten, so z. B. fast überall für die Cholera, dann in Budapest, Basel, Chemnitz u. s. w. für den Typhus.

Bodenfeuchtigkeit.

Zweifellos ist die Bodenfeuchtigkeit von Belang. Indessen richtet sich ihre Einwirkung auf die Epidemien ganz nach den örtlichen Verhältnissen. Während in dem niedrig gelegenen,

feuchten Calcutta die grossen Regen die Cholerafälle vermindern, indem sie die Erreger derselben fortschwemmen oder ihr Nährmaterial verdünnen, wirken die Regen in Lahore gerade entgegengesetzt. Dort fehlt in der trockenen Zeit den eingeschleppten Cholerabacillen die nothwendige Feuchtigkeit; diese tritt erst mit dem Regen ein.

Austritt aus dem Boden.

Wenn der Boden die Infection bewirken bezw. begünstigen soll, so müssen die Bacterien aus ihm heraus und zum Menschen hingelangen. In welcher Weise das geschehen kann, ist vorhin besprochen; es ist aber gar nicht einzusehen, in welcher Weise das Grundwasser darauf irgend welchen Einfluss ausüben könnte.

Am ungünstigsten für den Austritt der Bacterien ist in zeitlicher Beziehung der Winter und in örtlicher Beziehung der feste, gut abgeschlossene Boden der grossen Städte. Will man die grössere Wintersterblichkeit mancher Städte, so zum Beispiel Münchens, mit den im Boden enthaltenen Typhusbacillen in Verbindung bringen, so muss nachgewiesen werden, wie denn unter den ungünstigsten Verhältnissen die Bacillen aus dem Boden heraus durch Schnee und Eis hindurch zum Menschen kommen; die Constatirung der blossen Coincidenz ist noch keine Erklärung.

V. Schutzmassregeln gegen Schädigungen durch den Boden.

Schädigungen durch Krankheitskeime, Faulstoffe, Feuchtigkeit.

Der Boden kann schädlich wirken durch die krankheiterregenden Mikroorganismen, welche in ihm bereits enthalten sind oder bei passender Gelegenheit auf bezw. in ihn hineingelangen und von dort aus auf eine der angegebenen Weisen den Menschen inficiren.

Ferner kann er schädigen durch die Faulstoffe, welche ihm anvertraut werden. Die Producte der Zersetzung verbreiten üble Gerüche, behindern damit den Genuss der freien Luft und vermögen durch das Erdreich hindurch in die Brunnen einzudringen und das Wasser unappetitlich, sogar ungeniessbar zu machen. Ausserdem stumpft der Anblick, der schlechte Geruch den Sinn für Reinlichkeit ab.

Eine weitere Schädigung liegt in zu grosser Bodenfeuchtigkeit; einerseits kann sie in die Wohnungen aufsteigen, diese feucht und damit gesundheitsschädlich machen, andererseits ermöglicht sie die Vermehrung oder wenigstens die Erhaltung der in den Boden gelangten pathogenen Keime.

Hieraus ergiebt sich die Prophylaxis von selbst.

Prophylactische Massnahmen gegen Faulstoffe.

Die Zersetzung fäulnissfähiger Substanzen im Boden lässt sich nicht verhindern; befördert und damit um so rascher zum Abschluss gebracht, unter Prävalenz der indifferenteren Oxydation, wird sie durch eine gewisse Feuchtigkeit bei Anwesenheit reichlicher Luft, also durch die Beackerung. Die zersetzungsfähigen Stoffe, d. h. die Unrathstoffe, Fäcalien, Dung, Müll, Hausabwasser u. s. w. sind baldigst durch Abfuhr und Ableitung aus der Nähe der Menschen zu entfernen. Brunnen sollen, wie bereits früher erwähnt, nicht in der Nähe von Schmutzstätten stehen, müssen die bacterienführende Schicht durchsetzen und bis unter dieselbe wasserdicht construirt sein. Ebenso müssen die Aufnahmebehälter der Unrathstoffe wasserdicht gebaut und möglichst dicht eingedeckt sein.

Feuchtigkeit.

Die Feuchtigkeit lässt sich verhindern durch geringe Zuführung von Wasser in den Boden der näheren Umgebung der Menschen; es darf z. B. kein Wasch-, Spül- oder sonstiges Gebrauchswasser auf den Hof geschüttet werden; weiterhin ist für zweckmässige Ableitung des Regenwassers und die Verhinderung von Ueberfluthungen zu sorgen.

Die oberen Bodenschichten trocknen leicht unter dem Einfluss der Besonnung und des Windes; die tieferen sind im Bedarfsfalle durch Drainage trocken zu legen.

Bodenkrankheiten.

Um den Krankheiten vorzubeugen, erscheint die Reinhaltung des Erdreichs, die rasche Fortschaffung der Unrathstoffe aus der Nähe der Menschen als das beste Mittel. Wo die Fäcalien zum Gemüsebau und ähnlichen Betrieben nicht entbehrlich sind, müssen sie zuvor längere Zeit compostirt werden. In den Städten und Dörfern bietet der möglichst dichte Abschluss der Häuser, Strassen und Höfe, durch gute Pflasterung, Betonirung u. s. w. die beste Garantie gegen die Infectionen des Bodens und gegen das Austreten etwa bereits in ihm enthaltener Krankheitskeime. Durch Abwaschen, Abspülen und Abfegen in kurzen, regelmässigen Zwischenräumen sind die Strassen und Höfe zu reinigen. Eine gute Kanalisation erhält den Boden trocken, schützt den Boden vor Verunreinigung und Infection, denn dann werden die Hausabwässer und Schmutzstoffe nicht in der Umgebung der Menschen deponirt, sondern sofort abgeführt. Eine gute Wasserversorgung verhütet eventuelle, durch Vermittelung des Wassers (der Brunnen) vom Boden ausgehende Infectionen. Die Malaria bedarf einer besonders zu besprechenden Prophylaxe. (Siehe Infectionskrankheiten.) Um dem Te-

tanus und dem malignen Oedem vorzubeugen, muss auch die geringste mit Erde und Schmutz verunreinigte Wunde sorgfältig gereinigt und dann möglichst desinficirt werden. Insonderlich zu Zeiten von Epidemien, von Cholera und Typhus darf frischer Unrath nicht in der Umgegend von Wohnstätten frei deponirt werden, er ist sofort mit Erde und ähnlichem zu bedecken; auch sei man zu Epidemiezeiten mit dem Genuss roher Erdfrüchte vorsichtig. Reinlichkeit der Fussbekleidung verhindert, dass vom Acker, Dungstätten etc. aus Krankheitskeime in die Häuser verschleppt werden.

Litteratur: v. Fodor, Hygiene des Bodens in Weyls Handbuch der Hygiene, 1893, Jena; dort ist auch die gesammte Litteratur angegeben.

Die Ernährung und die Nahrungsmittel.

I. Die Ernährung.

A. Allgemeines.

Die zugeführten Speisen, die Nahrung, müssen die nöthigen Materialien liefern

1) für die Erhaltung,
2) für die Entwickelung des Körpers,
3) für die Erzeugung von Wärme und die Leistung von Arbeit.

Die Nahrung setzt sich zusammen aus den Nahrungsmitteln, diese enthalten die Nahrungsstoffe, d. h. Eiweisskörper, Fette, Kohlenhydrate, Salze und Wasser. Das Bedürfniss nach Nahrung äussert sich in dem Hungergefühl; dasselbe lässt sich für einige Zeit durch Aufnahme unverdaulicher Stoffe zurückdrängen, späterhin wird es allein durch wirkliche Nährstoffe befriedigt. Das Nährmaterial kann nur in flüssigem Zustande in die Körpersäfte übergehen. Die Säfte tragen es den Körperzellen zu, wo es zum Aufbau der Zellen oder zum Ersatz ihrer Bestandtheile verbraucht wird oder die in ihm angesammelten Spannkräfte zur Wärmebildung und Arbeitsleistung abgiebt. Hungergefühl.

Der menschliche Körper besteht		oder 100 Theile Mensch bestehen	
zu 16 %	aus Knochen	aus 65 Theilen	Wasser
„ 42 %	aus Muskeln	„ 16 „	Eiweiss
„ 10—28 %	aus Fett	„ 14 „	Fett
„ 14—32 %	aus Drüsen, Haut, Nerven und Eingeweiden.	„ 5 „	Asche.

Da Wärme und Arbeit auf einander beziehbar sind — 1 Kalorie genügt, um 425 kg einen Meter hoch zu heben (1 Kal. = 425 Kilogrammmeter) —, so kann man die Wirkung der Nährmittel als kalorimetrischen Effekt auffassen. Je mehr Wärme ein Nährstoff liefert, um so grösser ist seine physio- Kalorimetrischer Effect.

logische Wirkung, wobei allerdings diejenige Wärmemenge in Abzug zu bringen ist, welche den nicht völlig zerlegten, aber ausgeschiedenen Bestandtheilen, den Koth- und Harnbestandtheilen (Harnstoff- und Harnsäure), noch innewohnt; dieselbe beträgt nach Rubners Ermittelungen bei Eiweissstoffen 22—28 %.

Isodyname Werthe.

Ein g Eiweiss liefert 4,1 grosse Kalorien (d. h. es erzeugt so viel Wärme, als nothwendig ist, um 4,1 kg Wasser um einen Grad zu erwärmen), 1 g Fett liefert 9,3, 1 g Kohlenhydrate 4,1 Kalorien; in diesem Verhältniss können sich die einzelnen Stoffe in ihrer Wirkung ersetzen; sie sind isodynam (Rubner). Das mechanische Aequivalent, d. h. die Arbeitsleistung, welche durch die Verbrennung von 1 g Eiweiss oder Kohlenhydrat oder Fett entsteht, ist gleich 1740 bezw. 3995 Kilogrammmeter, d. h. wieder 4,1 bezw. 9,3 Kalorien. Ein ruhender Erwachsener erzeugt (s. S. 26) 2300, ein schwer arbeitender 3400 Kalorien.

Bei jeder Maschine tritt nur ein Bruchtheil des verbrannten Materials als Arbeit in die Erscheinung, beim Menschen etwa 25 %, schwankend zwischen 6 % bei schwacher, und 29 % bei angestrengter Arbeit. Der wahre Wärmewerth einer geleisteten Arbeit ist also mit dem Vierfachen ihres Wärmeäquivalents anzusetzen.

B. Die einzelnen Nährstoffe.

a) Das Eiweiss.

Unter den Nährstoffen nimmt das Eiweiss die erste Stelle ein. Die Constitution seines Moleküls ist nicht bekannt, seine procentische Zusammensetzung ist die folgende: C = 50—55 %; H = 6,8—7,3 %; N = 15,5—18,3 %; O = 23—24 %; S = 0,4—5,0 %.

Eigentliche Eiweisskörper

Leim

Zu den Eiweisskörpern gehören die eigentlichen Eiweisskörper, das Serumalbumin, Muskelalbumin, Pflanzenalbumin, das Pflanzenkaseïn, die fibrinoplastische und fibrinogene Substanz, die Acidalbumine, die Albumosen oder Propeptone, die Proteïde, Peptone etc. Von den eigentlichen Eiweisskörpern getrennt durch das Fehlen der aromatischen Gruppe sind das Glutin und der Leim.

Resorption.

Die Eiweisskörper gehen anscheinend, soweit sie nicht selbst löslich sind, bei der Verdauung in die löslichen Peptone über; diese verschwinden bereits wieder in der Darmwand, und man findet im circulirenden Blut kein Pepton; vielleicht wird es rasch in eine Eiweissart zurückverwandelt. Wahrscheinlich kann unter gewissen Umständen aus Eiweiss im Körper Fett gebildet werden.

b) Das Fett.

Das animalische Fett besteht aus Triglyceriden von Fettsäuren, aus Tripalmitin, Tristearin und Triolein; durchschnittlich enthält dasselbe 76,5% C, 12,0% H und 11,5% O. Der Gehalt an Glycerin beträgt 8—9%. Die Pflanzenfette, die Oele, bestehen zum grossen Theil ebenfalls aus Neutralfetten und aus Mischungen von solchen und freien Fettsäuren. Nur diejenigen Fette sind resorbirbar, welche bei Körperwärme flüssig sind. Der Uebergang in die Säftemasse hat statt durch Emulgirung oder Verseifung (Umsetzung mit einem Alkali), und die freien Fettsäuren können direct übertreten, anscheinend wandeln sie sich schon in der Darmwand wieder in Neutralfette um. Ob dem bei der Zersetzung der Neutralfette abgespaltenen Glycerin ein Nährwerth zukommt, ist noch fraglich.

Animalisches und pflanzliches Fett.

Resorption.

c) Die Kohlenhydrate.

Zu ihnen zählen a) die einfachen Zuckerarten (Monosaccharate, Glucosen) $C_6H_{12}O_6$:

Arten.

1) Traubenzucker (Dextrose), 2) Fruchtzucker (Levulose), 3) Galactose, 4) Sorbinose, 5) Mannose.

b) Die zusammengesetzten Zuckerarten (Disaccharate, Saccharosen) $C_{12}H_{22}O_{11} = 2\ C_6H_{12}O_6 - H_2O$:

1) Rohrzucker (Saccharose), 2) Milchzucker (Lactose), 3) Malzzucker (Maltose).

c) Kohlenhydrate im engeren Sinne und Gummiarten (Polysaccharate) $= n(C_6H_{12}O_6) - (n - 1)H_2O$:

1) Stärke, 2) Cellulosearten, 3) Inulin, 4) Glykogen, 5) Dextrin, 6) Gummiarten.

Einige Kohlenhydrate, z. B. die Maltose, Dextrose, der Milchzucker, werden ohne Weiteres resorbirt, bei den übrigen tritt zunächst eine Umwandlung in Dextrose oder Maltose ein, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch der Rohrzucker so umgewandelt wird. Der in das Blut übergeführte Zucker wird zum Theil in der Leber als Glykogen aufgespeichert, zum Theil in den übrigen Organen zu Kohlensäure und Wasser oxydirt.

Resorption.

d) Die Salze.

Die Salze, welche aufgenommen werden, sind Verbindungen des Eisens, Calciums und Magnesiums, des Kaliums und Natriums mit Phosphorsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure und Chlor. Mit der Nahrung werden so viel Salze genossen, dass es ihrer

besonderen Zuführung nicht bedarf. Die Salze werden verwendet zur Bildung der Organzellen und Körpersäfte.

e) Das Wasser.

Wasser ist, da der Körper zu ungefähr 65%, das Blut zu ungefähr 78% aus Wasser besteht, ebenfalls aufzunehmen. Ein Theil wird als Getränk eingeführt, ein anderer nicht unbeträchtlicher Theil ist in den Speisen enthalten, ein dritter — über 350 g täglich beim Erwachsenen — entsteht aus den Zerlegungen, welche im Körper selbst statthaben.

C. Die Wirkung der Nährstoffe.

Organbildner.

Das Wasser, die Salze, ein Theil des Eiweisses und des Fettes bilden die Ergänzungsstoffe des Körpers, woraus er sich aufbaut und die Verluste ersetzt, die in ihm entstanden sind (organogene Stoffe).

Wärme- und Kraftspender.

Ein anderer sehr grosser Theil des Eiweisses, das Meiste des genossenen Fettes und die Kohlenhydrate liefern das Brennmaterial, woraus Wärme und Kraft je nach Umständen und Bedarf entstehen.

Die drei Brennstoffe können sich nach ihrem isodynamen Werth gegenseitig ergänzen (100 Fett: 225 Eiweiss oder Kohlenhydrate).

Die Stoffe der ersten Gruppe dürfen, weil sie durch andere nicht ersetzbar sind, niemals fehlen. Trotzdem anscheinend Fett aus Eiweiss gebildet werden kann, vermag der Mensch bei der alleinigen Zufuhr von Salzen, Wasser und Eiweiss doch nicht zu bestehen und sich zu entwickeln, wahrscheinlich weil die meisten Individuen nicht so viel Fleisch, wie hierzu erforderlich ist, zu verarbeiten oder aufzunehmen imstande sind.

Eiweissansatz.

Wird viel Eiweiss zugeführt, so wird viel zerlegt. Der Stickstoffgehalt des Urins bei vollständig ernährtem Körper ist dem Stickstoffgehalt der resorbirten Nahrung gleich, der Körper setzt sich in „Stickstoffgleichgewicht.“ Diejenige Menge Eiweiss ist zur Erhaltung des Körperzustandes zum mindesten erforderlich, welche dem vom nicht gerade hungernden Körper abgegebenen Stickstoff entspricht, jedoch müssen dann neben dem Eiweiss noch Fett bezw. Kohlenhydrate verabreicht werden; die alleinige Zufuhr selbst von überflüssigem Eiweiss genügt nicht. Der Körper setzt dann Eiweiss an, wenn ihm dasselbe im Uebersehuss und zugleich mit Fett oder besser noch Kohlenhydraten geboten wird (zu beachten bei der Reconvalescenten-Ernährung!).

Dasjenige Eiweiss, welches in die Zelle eintritt, einen Theil derselben bildet, nennt man nach Voit „Organeiweiss", dasjenige, welches die Zelle umgiebt und durchdringt, für ihren Aufbau verfüglich ist und je nach Bedarf verbrannt werden kann, heisst „circulirendes" Eiweiss. Pflüger erkennt jedoch diese scharfe Trennung nicht an; nach ihm muss alles resorbirte Nahrungseiweiss in die Organmasse übergehen, ehe es zerlegt werden kann. Organ- und circulirendes Eiweiss

Wahrscheinlich ist das Pepton, einschliesslich der Albumosen, ein Zellbildner. Vom Leim steht fest, dass er Eiweiss nicht als Organbildner ersetzen kann; dahingegen kann er statt des Eiweisses zur Wärme- und Krafterzeugung verbraucht werden, er gehört somit zu den „Eiweisssparern"; die Amidoverbindungen haben keine eiweisssparende Wirkung. Eiweisssparer.

Das resorbirte Fett kann im Körper zum Ansatz, zur Ablagerung kommen, soweit es nicht für Wärme und Kraft gebraucht wird. Es lagert sich zwischen dem Bindegewebe der Muskeln, unter der Haut und im Netz ab, bildet Reserven, aus welchen zur Zeit der Noth, z. B. bei beschränkter Einfuhr, während der Krankheit oder bei grosser Kälte, starker Anstrengung und mangelhafter Ernährung der Bedarf gedeckt wird. Schwer arbeitende Leute nehmen in der Regel reichlich Fett zu sich. Fett.

An Stelle des Fettes können die Kohlenhydrate treten. Sie beschränken die Zersetzung des Eiweisses erheblicher als das Fett, bewirken, zugleich mit Fett nnd Eiweiss aufgenommen, in reichem Masse Fettansatz, können bei stärkerer Zufuhr in Fett umgewandelt werden und liefern bei ihrer, schon bald nach der Aufnahme stattfindenden Verbrennung den grösseren Theil der Wärme und Arbeit. Dagegen genügen Fette und Kohlenhydrate ohne Eiweisszugabe nicht zur Erhaltung des Körpers; der Organismus würde vielmehr an Eiweisshunger zu Grunde gehen. Kohlenhydrate

M a n g e l d e r N a h r u n g. Wird dem Menschen die Nahrung vorenthalten, so stirbt er nicht plötzlich, wie bei Sistirung des Sauerstoffes, er kann vielmehr bei Ruhe und Wassergenuss noch 40 Tage und darüber leben bleiben. Während dieser Zeit zehrt er, um den Bedarf für Wärme und Arbeit zu decken, von dem eigenen Körper. Am grössten ist der Verbrauch an Fett; beim Hungertode sind über 90% desselben verschwunden; die Drüsen und Muskeln gehen fast bis auf die Hälfte verloren, sogar das Gewicht der Knochen nimmt um ca. 10% ab, während das Nervensystem trotz seines Fettreichthums nicht mehr als 2—3% Fettverbrauch,

verliert. Der Tod erfolgt, wenn das Gewicht ungefähr auf die Hälfte heruntergegangen ist.

Eiweiss-verbrauch.

Während das circulirende Eiweiss verbrennt, sinkt der Stickstoffgehalt des Urins erheblich. Ist dasselbe verzehrt, so dient allein das Fett zur Lieferung von Wärme und Arbeit; an Stickstoff wird nur soviel abgegeben, als der Menge des in den abgenutzten Zellen vorhandenen Organeiweisses entspricht. In dieser Periode ist daher die Stickstoffausscheidung constant und niedrig, der Fettverbrauch constant und hoch. In den letzten Tagen, wenn das Fett verbrannt ist, muss das Organeiweiss den Bedarf an Brennmaterial, welches für Wärme und Arbeit erforderlich ist, liefern; steigender Stickstoffgehalt des Urins und beschleunigte Auflösung sind die Folge.

Dursttod.

Der Durst tödtet schneller als der Hunger. Nach Untersuchungen von Nothwang an Tauben traten krankhafte Erscheinungen ein, wenn der Wasservorrath um $11\,^0/_0$, trat der Tod ein, wenn derselbe um $22\,^0/_0$ abgenommen hatte.

D. Der Bedarf an Nährmaterial.

Abhängigkeit von Körperzustand, Arbeit und äusseren Bedingungen.

Für die Menge Nahrung, welche ein Mensch aufnehmen muss, sind verschiedene Factoren bestimmend.

a) Dem wachsenden Körper sollen reichliche Ueberschüsse an Eiweiss, Fett und Kohlenhydraten über dasjenige Nährmaterial hinaus gegeben werden, welches er für Wärme und Kraft verbraucht; die Zufuhr werde auf öftere, wenn auch kleinere Mahlzeiten vertheilt.

b) Die Arbeitsleistung verlangt stärkere Nahrungsaufnahme. Früher meinte man, durch die Arbeit verbrenne der Muskel; wäre diese Annahme richtig gewesen, so hätte sich bei angestrengter Arbeit mehr Stickstoff in den Ausscheidungen finden müssen. Das Experiment zeigte, dass zwar die Zufuhr stickstoffhaltiger Nahrung, aber nicht die Arbeit Einfluss auf die N-Ausscheidung ausübt. Dahingegen wurde durch Arbeit die Abgabe von Kohlensäure und Wasser erheblich vermehrt, ein Zeichen, dass die Arbeit nicht auf Kosten des Muskels, sondern auf Kosten des Fettes und der Kohlenhydrate geleistet wird. Dem stark arbeitenden Manne ist daher eine hauptsächlich kohlenhydrat- und fettreiche Kost zu verabreichen.

c) Grosse, starke und auch sehr lebhafte Menschen haben zur Erhaltung ihres Körpers, welcher ausserdem mehr Wärme produciren, mehr Arbeit leisten muss, ein absolut grösseres Mass von Nahrung nothwendig als kleinere und schwächere,

wenn auch die relative Menge geringer ist. Ebenso bedürfen stillende Frauen einer gesteigerten Zufuhr von Eiweiss, Fett und Kohlenhydraten.

d) Hohe Aussentemperatur, warme Bekleidung, relativ geringe Körperoberfläche gestatten eine geringere Wärmeproduction, setzen also das Nahrungsbedürfniss herunter.

Bestimmung der Menge

Um den Nährstoffbedarf kennen zu lernen, hat man an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten für grössere Bevölkerungskategorien den täglichen Nahrungsverbrauch berechnet, ausgehend von der Idee, dass der Instinct oder das Bedürfniss dem Menschen das richtige Mass zuweist.

Ferner hat man die frei gewählte Kost einzelner unter bekannten Verhältnissen lebender Personen auf ihren Nährwerth untersucht mit Bestimmung des darin enthaltenen Eiweisses, Fettes und der Kohlenhydrate; ergänzend machte man die Bestimmung des N und C in dem Koth, dem Urin und der Ausathmungsluft und controlirte das Körpergewicht.

Stickstoffbestimmung.

Der Stickstoff des aufgenommenen und verbrauchten Eiweisses findet sich im Koth und Urin wieder; der durch Haut und Lungen abgegebene ist so gering, dass man ihn vernachlässigen kann; der im Koth enthaltene Stickstoff gehört theils den nicht assimilirten, theils den aus den Darmsäften, Epithelien u. s. w. stammenden, also den assimilirten Eiweisskörpern an. Die Menge des Stickstoffes multiplicirt mit 6,25 ergiebt die Menge des Eiweisses. Dabei ist indessen zu beachten, dass sämmtliche genossene stickstoffhaltige Substanzen, so z. B. die Amidokörper, deren Menge bei einzelnen Nahrungsmitteln nicht gering ist, und nicht bloss die Eiweisskörper den Stickstoff im Urin und Koth wieder erscheinen lassen.

Kohlensäurebestimmung.

Um den Verbrauch an Fetten und Kohlenhydraten festzustellen, wird die Menge der producirten Kohlensäure bestimmt. Man benutzt dazu den Respirationsapparat von Pettenkofer, eine Kammer, in welcher die Versuchsperson sich aufhält, und aus welcher Luftproben behufs Bestimmung des Wassers und der Kohlensäure entnommen werden. Die Menge der gefundenen CO_2 wird mit 0,273 multiplicirt, um das Gewicht des ausgeschiedenen Kohlenstoffs zu erhalten. Den im Koth und Urin enthaltenen Kohlenstoff findet man durch Verbrennung; die Fette des Kothes bestimmt man durch Aetherextraction und Zerlegung der Fettseifen mittelst salzsauren Alkoholes und abermaliger Aetherextraction.

Mengenangabe.

Voit und Pettenkofer berechneten, dass von einem mittel-

kräftigen, 70 kg schweren Arbeiter täglich 18,8 g N, 328 g C und 2500 g Wasser ausgeschieden werden, was 118 g Eiweiss, 56 g Fett und 500 g Kohlenhydraten entspricht. Selbstverständlich können die beiden letzten Zahlen auch in ein anderes Verhältniss zu einander gebracht werden; die beiden Stoffe treten nach ihrem isodynamen Verhältniss für einander ein. Bei schwerer Arbeit z. B. giebt man besser 100 g Fett und 400 g Kohlenhydrate.

In der Ruhe, bei kleineren bezw. schwächeren Individuen ist das geforderte Kostmass herunter zu setzen, bei starker Arbeit, bei schweren Leuten zu erhöhen. Man hat folgende Rechnung aufgestellt: bei mittlerer Arbeit verlangt ein Körper von

Kilogramm.	Wärmewerth der Nahrungsstoffe.	Eiweiss	Fett	Kohlenhydrate
50	2472	98	44	409
60	2792	106	50	461
70	3094	118	56	500
80	3372	128	61	556

Bei reichlicher Fett- und Kohlenhydratzufuhr kann der Eiweissgehalt geringer normirt werden, als Voit annahm. Es gelang schon mit Brot, welches 104 g Eiweiss, und mit 2500 g Kartoffeln, welche 66 g Eiweiss und 500 g Kohlenhydrate enthielten, den Körper in Stickstoffgleichgewicht zu bringen. Aber das ist nur möglich bei reicher Gabe von gewissen Nahrungsmitteln, z. B. Kartoffeln, Mais und Reis, bei den übrigen indessen nicht. Bis die Frage definitiv entschieden sein wird, ist es gerechtfertigt, die Voit'sche Zahl nicht wesentlich zu unterschreiten; jedenfalls soll man einem Mann von etwa 70 kg bei mittlerer Arbeit und reichlicher Ernährung mit Fett und Kohlenhydraten nicht unter 100 g Eiweiss geben.

Kranken gebe man, besonders wenn die Verdauung durch mangelhafte Production von Verdauungssäften oder grosse Empfindlichkeit gestört ist, mässige Mengen animalischen Eiweisses mit etwas reichlicheren Mengen leicht verdaulicher Kohlenhydrate, z. B. Reis, Arrowroot u. s. w., in breiiger Form. Reconvalescenten lasse man ebenfalls leicht verdauliches Eiweiss und Amylaceen, aber beide in grösserer Menge unter mässiger Fettzugabe geniessen.

Der Nahrungsbedarf für die Entwicklungsperiode wird erheblich beeinflusst durch die Körperzunahme, das ungünstige Verhältniss der Körperoberfläche zur Körpermasse und durch den in Folge der Lebhaftigkeit der Kinder starken Kraftverbrauch.

Man gewähre für ein Kind von dem unten angegebenen Alter und Gewicht ungefähr die nachstehenden Mengen an Nährstoffen:

Alter	Mittl. Gewicht kg	Eiweiss g	Fett g	Kohlenhydrate g
3 Tage	3,2	8,7	9,6	9,5
Ende der 1. Woche	3,5	13,0	15,0	15,4
„ „ 3. „	4,2	20,2	22,5	24,0
„ „ 8. „	5,4	24,3	28,1	29,1
„ des 5. Monats	7,6	34,2	36,5	42,5
„ „ 12. „	9,6	38,4	38,4	76,8
„ „ 18. „	10,8	43,2	43,2	97,2
„ „ 2. Jahres	12,0	48,0	42,0	120,0
„ „ 4. „	15,1	52,4	45,3	151,0
„ „ 6. „	18,6	55,8	40,0	180,0
„ „ 10. „	26,1	64,2	41,6	234,9
„ „ 14. „	40,5	81,0	40,5	303,8
„ „ 20. „	65,0	118,0	56,6	450,0

E. Die Resorbirbarkeit.

Die Ausnutzung des in der Nahrung eingeführten Eiweisses, des Fettes und der Kohlenhydrate im Darm ist abhängig von der Beschaffenheit der eingeführten Materialien und der aufnehmenden Organe. Katarrhe des Magens und des Darms behindern die Resorption erheblich. Die Empfindung des „Schwerverdaulichen“, das Gefühl von Druck und Fülle im Magen nach der Aufnahme einiger Nahrungsmittel beruht zum grossen Theil auf einer verlangsamten Zerlegung derselben; zur Resorption gelangt dabei doch zuletzt Alles. Schwer verdaulich.

Es kann daher ein Nahrungsmittel „schwer verdaulich“, aber „gut resorbirbar“ sein; Beispiele dafür bieten die hartgesottenen Eier oder harte Käsesorten, die schwer vom Magensafte durchdrungen werden; ferner hält sich das Fett, in grösseren Mengen genossen, recht lange im Magen. Gut resorbirbar.

Die animalischen Nahrungsmittel werden sehr gut ausgenutzt, weniger gut die vegetabilischen. Der Grund für letztere Erscheinung beruht nicht auf einer an und für sich schwereren Resorbirbarkeit der pflanzlichen Nährstoffe, sondern darauf, dass Cellulosezellen das Eiweiss und vielfach auch die Stärke einschliessen, die Verdauungssäfte aber nicht im Stande sind, die Cellulose zu zerstören und bis zu den eigentlichen Nährstoffen vorzudringen. Die Zubereitung der Speisen bezweckt ausser Anderem auch die Sprengung der Zellenverbände. Durch den Zusatz von Fett zu Kohlenhydraten wird ihre Ausnutzung etwas heruntergesetzt; der Zusatz von Fett zur Fleischnahrung bleibt Geringere Ausnutzung der Vegetabilien.

ohne Einfluss. Ueber die Resorbirbarkeit einiger Nahrungsmittel giebt die beifolgende Tabelle Aufschluss (Rubner).

Es werden nicht resorbirt in %

	von der Trockensubstanz	vom Eiweiss	von den Kohlenhydraten
Fleisch	5,3	2,6	—
Eier	5,2	2,6	—
Milch	5,8	7,1	—
Erbsen	9,1	17,5	3,6
Eiweissreiche Macaroni	4,7	11,2	2,3
Brot aus feinem Mehl	4,0	20,0	1,1
Kleienbrot	12,2	30,5	7,4
Reis	4,1	20,4	0,9
Kartoffeln	9,4	32,2	7,6

F. Die Kost.

a) Ihre Zusammensetzung.

Deckung des C-Bedarfs.

Durch die grosse Masse der erforderlichen Kohlenhydrate ist die Kost in der Hauptsache eine vegetabilische. Die verlangten 500 g Kohlenhydrate sind enthalten in 1100 g Brot, in 650 g Reis oder Nudeln, in 2500 g Kartoffeln. Die Statistik lehrt, dass der erwachsene kräftige Arbeiter täglich gegen 750 g Brot mit ungefähr 45 g Eiweiss und 350 g Kohlenhydraten verzehrt. Der mangelnde Bedarf an letzteren wird ersetzt durch Zuführung von Gemüsen, insonderlich von Kartoffeln. In 800 g derselben sind circa 150 g Kohlenhydrate und 15 g Eiweiss enthalten. Es fehlen somit noch 60 g Eiweiss und 56 g Fett. — Werden 500 g Brot genossen mit 30 g Eiweiss und 230 g Kohlenhydraten, so können in einem Gemüse von 500 g Kartoffeln und 150 g Erbsen weitere 180 g Kohlenhydrate und 45 g Eiweiss zugeführt werden. 45 g Eiweiss und 100 g Fett, oder statt des letzteren 56 g Fett und weitere 100 g Kohlenhydrate, würden in anderer Weise zu geben sein.

Deckung des Stickstoff- und Fettbedarfs.

Wollte man diese Fehlbeträge wieder mit Vegetabilien auffüllen, so würde ein erheblicher Ueberschuss von Kohlenhydraten mit in den Kauf genommen werden müssen; hierdurch würde zunächst eine erhebliche Vermehrung der aufzunehmenden Nahrung und damit eine Verschlechterung der Ausnutzung und weiter eine erhebliche Vertheuerung der Kost bedingt sein. Deshalb ist es richtig, den Fehlbetrag an Eiweiss und Fett durch animalische Nahrungsmittel event. unter Beigabe von Oel zu decken. 100 g reines Fett sind in 130 g käuflichem Fett, 60 g

Eiweiss in 300 g Fleisch oder 200 g Magerkäse oder $1\frac{1}{2}$ Liter Milch etc. enthalten. Bei dieser Rechnung ist ausser Acht gelassen, dass gegen 25 % des Eiweisses aus Brot, Kartoffeln und Erbsen nicht resorbiert werden, es müssen daher noch weitere 15 g Eiweiss zugesetzt werden, um den Ausfall zu decken.

Wollte man die ganze Menge an N und C in Fleisch geben, so müsste man täglich 2600 g verzehren, denn erst in dieser Masse sind 328 g C enthalten, während der Stickstoffbedarf bereits mit 550 g Fleisch gedeckt ist.

Gemischte Nahrung.

Die Zusammenstellung der Kost aus pflanzlichen und animalischen Nahrungsmitteln ist somit anzuempfehlen. Die animalische Kost ist des geringeren Wassergehalts wegen compendiöser als die vegetabilische. Das rohe Fleisch enthält 75 %, das gebratene oder gekochte gegen 60 % Wasser; die Vegetabilien nehmen gewöhnlich durch die Zubereitung Wasser auf; während im Weizenmehl 13 %, in trockenen Erbsen 14 % Wasser sich finden, sind im Weizenbrot 38, im Erbsenbrei 73, in der Erbsensuppe über 90 % enthalten. Der Wassergehalt der Kartoffel, gegen 76 %, ändert sich durch das Kochen nicht wesentlich.

b) Die Wirkung der Zubereitung auf die Nahrungsmittel, die Koch- und Essgeschirre.

Einfluss der Zubereitung auf animalische und

Die animalischen Nahrungsmittel werden durch die Zubereitung nach vier Richtungen hin beeinflusst. Zunächst werden sie zerkleinert uud dadurch für die Verdauungsarbeit geeigneter gemacht, dann werden ihre bindegewebigen Hüllen zersprengt, auch geben die eiweisshaltigen Stoffe beim Braten und Kochen Wasser ab, während das Fett aus der festen in die flüssige, resorbirbare Form übergeführt wird, und ferner entstehen durch das Kochen, Dämpfen und Braten aromatische Produkte, welche appetiterregend wirken und die Ausscheidung der Verdauungssäfte befördern sollen.

vegetabilische Nahrungsmittel.

Die vegetabilischen Nahrungsmittel erfahren durch die Zubereitung vielfach eine Zunahme an Wasser, ferner werden aromatische Stoffe gebildet und übelriechende entfernt, so z. B. Schwefelwasserstoff und Mercaptan bei den Kohlarten; weiter findet eine Eröffnung der Zellen durch die Zerkleinerung der Speisen (Mahlen, Zerschneiden) und durch die Zubereitung (Kochen, Backen), und damit erst die Erschliessung der Nährstoffe statt. Ausserdem wirkt die Zubereitung in vielen Fällen auf die Stärke ein durch ihre Ueberführung in den leichtlöslichen Kleister oder in Dextrin.

Bacterien-Tödtung.

Durch die Hitzwirkung werden die Bacterien und manche der von ihnen erzeugten Giftstoffe zerstört. Die Anwesenheit von saprophytischen Bacterien ist in einigen Nahrungsmitteln erwünscht, in anderen nicht; von entscheidendem Einfluss ist das Nährmaterial selbst; weicher alter Käse beherbergt unzählige Bacterien und wird gern genossen; Fleisch, welches viele Mikroorganismen enthält, wird als faul zurückgewiesen. Die Abtödtung von pathogenen Bacterien, welche auf oder in den Nahrungsmitteln enthalten sind, die Abtödtung von Entozoen, ihren Eiern oder Larven durch die Hitze ist von hervorragender Bedeutung.

Gifte aus Koch-geschirren.

Die Kochgeschirre, die Speisegefässe dürfen kein Blei an die Speisen abgeben. Speisen, welche Essigsäure enthalten oder Essigsäure bilden, sollen in Kupfergefässen nicht aufbewahrt werden, weil sich basisch essigsaures Kupferoxyd- (Grünspan) bildet, welches wohl Erbrechen, aber ebensowenig als die anderen Kupfersalze sonstige Vergiftungserscheinungen hervorzurufen vermag; gute bleifreie Verzinnung deckt das Kupfer und schützt vor Grünspanbildung.

Blei.

Bleigesetz.

Blei ist ein schon in kleinen Dosen wirkendes Gift. Das Reichsgesetz vom 25. 6. 87 bestimmt, dass Ess-, Trink-, Kochgeschirre, sowie Gefässe zur Bereitung von Getränken und Fruchtsäften, Flüssigkeitsmasse etc. nicht ganz oder theilweise aus Blei oder einer Metalllegirung hergestellt werden dürfen, die mehr als 10 % Blei enthält. Die innere Verzinnung soll bei ihnen und den Conservebüchsen nicht mehr als 1 %, die Löthung nicht mehr als 10 % Blei enthalten. Email oder Glasur darf bei halbstündigem Kochen mit Essig (d. i. 4 % wässerige Lösung von Essigsäure) kein Blei abgeben, die Metalllegirungen an Bierdruckapparaten, an Siphons für kohlensaure Getränke und an Kindersaugflaschen dürfen höchstens 1 Gewichtstheil Blei enthalten. Zu Mundstücken der Kindersaugflaschen, Saugringen, Warzenhütchen darf kein blei- oder zinkhaltiger, zu Leitungen für Wein, Bier und Essig, zur Herstellung von Trinkbechern und Spielwaaren darf kein bleihaltiger Kautschuk verwendet werden. Zur Verpackung von Käse, Kau- und Schnupftabak ist bleihaltige Metallfolie verboten.

Farben.

Gesundheitsschädliche Farben sind nach dem Gesetz vom 5. 7. 87 weder zulässig zur Herstellung von Oblaten, Nahrungs- und Genussmitteln, welche zum Verkauf bestimmt sind, noch zur Herstellung von Gefässen und Umhüllungen zur Aufbewahrung oder Verpackung von Nahrungs- und Genussmitteln. Als gesundheitsschädlich gelten im Allgemeinen die Verbindungen von

Antimon, Arsen, Barium, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Uran, Zinn, Zink, Gummigutti, Korallin, Pikrinsäure. Ebensowenig sind die erwähnten Farben zulässig für Spielwaaren, Bilderbogen, Bilderbücher, Tuschfarben für Kinder, weil alle diese Sachen gern von den Kindern in den Mund genommen werden und Veranlassung zu Vergiftungen geben können. —

Zur Färbung der Nahrungsmittel und ihrer Umhüllungen finden die ungiftigen Farbstoffe, insonderlich die Pflanzenfarbstoffe, Anwendung.

c) Die Reizmittel in der Kost.

In der Beköstigung darf keine Eintönigkeit herrschen. Wenn immer die gleiche Kost gereicht wird, tritt zuletzt eine solche Abneigung dagegen ein, dass schon beim blossen Anblick der Speise der Appetit verschwindet. Dagegen regt der Wechsel in der Kost das Verlangen nach Aufnahme von Nahrung an. **Eintönigkeit.**

Die Speisen sollen schmackhaft sein. Diese Eigenschaft wird, gutes Material vorausgesetzt, einerseits durch eine passende Zubereitung, andererseits durch den Zusatz von Gewürzen und die Beigabe von Genussmitteln erreicht. Die bei der Bereitung entstehenden Riechstoffe sind angenehm und den Appetit anregend. Die gleiche Wirkung übt die Zugabe aus von Salz und Gewürzen zur Speise, übt die scharfe Sauce, die saure Gurke aus, welche als Beigabe, z. B. zu dem wenig ausgesprochen schmeckenden, aber ganz nahrhaften Suppenfleisch gereicht wird. Günstig für die Aufnahme von Nahrung ist ferner die vorherige Verwendung von Reizmitteln in kleinen Gaben, wie geringste Dosen Alkohols, ein wenig Kaffee, ein kleines Stück würzigen Käses, Kaviar etc. **Schmackhaftigkeit.** **Reizmittel.**

Die Genussmittel regen den Appetit an, leiten die Verdauung kräftig ein und helfen sie rasch durchführen; dahingegen beeinflussen sie die eigentliche Ausnutzung anscheinend nicht. Auch in den Reiz- und Genussmitteln muss Abwechslung herrschen.

d) Die Massenernährung.

Für grosse Gruppen von Leuten, für alle weniger Bemittelten, für die Gefangenen, Soldaten etc. macht sich, um für das zur Verfügung stehende Geld eine ausreichende Kost zu gewähren, die Rücksichtnahme auf Sparsamkeit nothwendig. Man muss dahin streben, diejenigen Nahrungsmittel zu bekommen, welche für das gleiche Geld den grössten Nährwerth bieten. Nach Demuth erhielt man in den Jahren 1880—1890 für eine Mark: **Preiswürdigkeit.**

Nahrungsmittel	Gesammtgewicht	Eiweiss gesammt	Eiweiss resorbirbar	Fett gesammt	Fett resorbirbar	Kohlenhydrate gesammt	Kohlenhydrate resorbirbar	Kalorien
Rindfleisch	666	139	136	34,6	33	3,2	3,2	1028
Schweinefleisch	666	97	94,5	249	236	—	—	2806
Leberwurst	833	108	105	183	174	111	111	—
Schellfisch	1000	178	167	3,4	3,3	—	—	898
Kuhmilch (volle)	6250	213	202	228	217	306	306	4409
Magermilch	10 000	311	295	74	70	475	475	4172
Magerkäse	1250	437	419	142	135	67	67	3783
Erbsen	2500	571	457	45	41	1590	1431	8641
Reis	1500	88	70	27	26	1178	1166	5400
Weizenbrot	2000	141	114	3,2	3,1	1116	1105	5156
Roggenbrot	4000	244	188	17,2	15,5	1996	1890	8878
Kartoffeln	16 666	325	221	25,0	23,3	3578	3291	14 874
Schnittbohnen	10 000	272	223	14	13,2	778	661	4000
Kopfsalat	3333	47	38,5	10,3	9,7	97	83	634
						Alkohol		
Bier	4125	18,2	17,7	—	—	373,7	373,7	1624
Pfälzer Wein	1000	—	—	—	—	136,4	136,4	560

Um die wahren Werthe zu finden, sind die Resorbirbarkeit und die für die Bereitung der Speisen erforderlichen Auslagen mit zu berücksichtigen. Die Tabelle zeigt deutlich, warum die Kartoffeln, das Brot, die Hülsenfrüchte in der Kost des minder Begüterten so bevorzugt sind.

Kostsätze.

Als Beispiele für Kostsätze mögen die folgenden Angaben dienen: Die kleine Friedensportion des deutschen Heeres, d. h. die gewöhnliche Kost, bei welcher eine im Ganzen mässige Arbeit zu leisten ist, besteht aus 750 g Brot, 150 g Fleisch, 90 g Reis oder für letzteren 120 g Graupen oder 230 g Hülsenfrüchte oder 1500 g Kartoffeln, mit im Ganzen 107 g Eiweiss, 35 g Fett, 420 g Kohlenhydraten. In Kriegszeiten gewährt die sog. grosse Kriegsportion in 750 g Brot, 500 g Fleisch, 170 g Reis oder Graupen oder 340 g Hülsenfrüchten oder 2000 g Kartoffeln, 181 g Eiweiss, 64 g Fett, 560 g Kohlenhydrate. Die Gefangenenkost in Preussen enthält 100 g Eiweiss, 50 g Fett, 550 g Kohlenhydrate. Eine Kost für Arbeiter ist in dem Kapitel „Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen“ angegeben.

Consumvereine und Volksküche.

Es ist ein gutes Streben, dem ärmeren Manne behülflich zu sein, für ein billiges Geld — mehr als 65 % des Verdienstes sollte der Arbeiter nicht für die Kost ausgeben — eine möglichst gute Nahrung zu erhalten. Das lässt sich erreichen entweder durch Abgabe von Nahrungsmitteln zu einem thunlichst geringen — en gros — Preise, wie das in Consumvereinen statthat, oder durch die Zuführung und Einbürgerung besonders

billiger und dabei doch gehaltreicher Nahrungsmittel z. B. Magermilch, Mager- (Quark) Käse, Kunstbutter bezw. vegetabilische Fette und bis zu einem gewissen Grade auch durch die Einführung von Seefischen etc., oder durch die Einrichtung sog. Volksküchen. Letztere geben den Arbeitern ein den hygienischen Grundsätzen entsprechendes, schmackhaftes Mittagsmahl. Die Preise sollen derartig bemessen sein, dass so viel bezahlt wird, als die Speise an sich kostet; dadurch kann sich die Anstalt selbst erhalten, und der Arbeiter hat nicht das drückende Gefühl des Almosenempfanges. Bei zu billiger Abgabe der Speise liegt die Gefahr vor, dass das ersparte Geld in Alkohol angelegt wird. Im Interesse der Billigkeit geben die Volksküchen statt des theuren Fettes und animalischen Eiweisses gern Amylaceen in überwiegender Menge. Diesem Streben muss gesteuert werden. Voit in München hat eine grosse Reihe Recepte für Volksküchen aufgestellt.

II. Die einzelnen Nahrungsmittel.

A. Das Fleisch.

a) Die Beschaffenheit und die Bereitungsweise des Fleisches.

Unter Fleisch versteht man im gewöhnlichen Leben die Muskeln mit den ihnen eingelagerten Gefässen, Nerven, dem Bindegewebe, dem Fett, den Sehnen und Knochen; die beiden letzteren sind mit ungefähr 12 % im Verkaufsfleisch enthalten. Das ausgeschlachtete Fleisch beträgt bei einem gewöhnlichen Ochsen bis 60 %, bei einem Mastochsen 60—80 % des Lebendgewichtes. Der Fettgehalt bei den Thieren ist je nach Art und Mast verschieden; fettes Fleisch ist weniger wasserhaltig und etwas weniger eiweisshaltig als mageres, an Stelle des Wassers ist eben das Fett getreten; daher ist das Fleisch gemästeter Thiere im Ganzen nahrhafter und vollwerthiger als das magerer. Das Fleisch junger Thiere ist eiweissärmer und leimreicher als das erwachsener. Entfernt man alles Fett, so ist die chemische Zusammensetzung des Fleisches der mannigfachsten Thierarten fast gleich. Das Wasser beträgt 76 %, die Trockensubstanz 24 %, und zwar 20 % Eiweiss (mit 1,9 % Extractivstoffen und 1,5 % Leim), 1 % Fett, 3 % Asche. Die Eiweissstoffe sind Syntonin, Acidalbumin, Myosin, Muskel- und Serumalbumin; an Extractivstoffen finden sich Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Xanthin, Guanin, dann stickstofffreie Körper, Paramilchsäure, Gly-

Definition.

Zusammensetzung.

kogen, Inosit, Dextrin; Maltose und Traubenzucker sind in sehr geringen Mengen vorhanden.

Verschiedenheiten.

Nicht allein das Fleisch verschiedener Thierarten oder Rassen, auch das Fleisch verschiedener Stücke desselben Thieres hat seinen besonderen Geschmack. Beim Rind werden am meisten geschätzt Filet (Psoas), Schwanzstück, Lende, Vorderrippe, Hüfte, dann folgen obere und untere Weiche, Mittelrippe, Wade und Oberarm, an dritter Stelle stehen Flanke, Schulterblatt, Brustbein, zuletzt Wamme, Hals und Beine. Die Differenzen in dem Geschmack verschiedener Thierarten und -Organe beruhen anscheinend auf verschiedenen Extractivstoffen; auch das Alter und die Fütterung üben einen wesentlichen Einfluss auf den Geschmack aus. Das Fleisch castrirter Thiere ist zarter als das geschlechtsfähiger. Besonders zart, somit leicht verdaulich ist das Fleisch des Geflügels; zarte, wenig elastische Fasern haben Hammel- und Schweinefleisch; die Kalb- und Rindfleischfaser sind von einem festeren Sarkolemschlauch umgeben. Das Fleisch wird erst nach gelöster Todtenstarre zubereitet und genossen.

Fischfleisch ist, sofern es nicht zu fett ist, sehr leicht verdaulich und zugleich arm an Eiweiss; das Gefühl des Hungers kehrt daher rasch zurück, und darin liegt einer der Gründe, weshalb es sich im Binnenland für die Massenernährung schwer einbürgert. Entsprechende Auswahl der Zukost ist nothwendig. Man unterscheidet zwischen fetten und mageren Fischen. Der Lachs, der Hering haben gegen 77 % Wasser, 12 % Eiweiss, 7 % Fett. Das Fleisch des Flussaales besteht zu 57 % aus Wasser, zu 13 % aus Eiweiss und zu 28 % aus Fett. Die mageren Fische, Schellfisch und Dorsch, Hecht, Karpfen, haben gegen 80 % Wasser, 18—20 % Eiweiss und höchstens 1 % Fett.

Die Eiweisszahlen bergen jedoch durchschnittlich 25 % Extractivstoffe und etwa 3 % Leim in sich; so dass also 18 % Eiweiss eigentlich nur 12,5 % darstellen; demnach ist Fischfleisch nicht dem Fleisch der Säugethiere gleich (Smolenski).

Bereitungsart.

Bezüglich der Verdaulichkeit und Ausnutzung kommt es viel mehr auf die feine Vertheilung als auf die Bereitungsart an. Fleisch leitet die Wärme schlecht, muss daher mehrere Stunden kochen; solange das Fleisch noch blutig, rötlich erscheint, hat seine Temperatur 50° nicht überstiegen; etwaige Entozoen oder Bacterien sind nicht getödtet. Das gekochte Fleisch hat vollen Nährwerth, um so mehr, als es 20 % seines Gewichtes durch Wasserabgabe verliert, beim Braten kann der

Verlust noch höher steigen. Durch das Kochen und Braten, das Einlegen in Säuren (Essig, Milch) wird das Sarkolem gelockert und grossen Theils in leimgebendes Gewebe übergeführt.

In die Brühe gehen 3% feste Substanzen, darunter etwas Leim, ein Theil der Extractivstoffe und der Salze, darunter der Kalisalze, über. Die geringe Menge Eiweiss und Fett, welche ebenfalls übertritt, wird bei dem Abschäumen wieder entfernt. Gute Brühe ist also kein Nahrungsmittel, aber, in geringer Menge genossen, durch ihre Salze und Extractivstoffe ein gutes, die Verdauung anregendes Reizmittel. Brühe.

Unter Schlachtabgängen versteht man Blut, Herz, Zunge, Lunge, Milz, Nieren etc.; sie enthalten nur etwa 2% weniger Eiweiss als das Fleisch, sind also für die Ernährung gut zu verwerthen. Die Knochen bestehen zu 15—20% aus leimgebendem Gewebe und haben bis zu 20% Fett, werden daher gern zu Suppen benutzt. Schlachtabgänge.

b) Die Fleischconserven.

Weil das Fleisch nicht immer frisch verzehrt werden kann, und weil einzelne Länder Ueberschuss, andere Mangel daran haben, so geht schon seit langer Zeit das Streben dahin, das überschüssige Fleisch haltbar zu machen, es zu conserviren. Einsalzen.

Durch das Einsalzen, Pökeln, wird dem Fleisch, sowie den in ihm enthaltenen Entozoen und Bacterien Wasser entzogen und dadurch die Fäulniss verhindert. Milzbrandbacillen sterben in wenig Stunden nach Einwirkung der Lake ab. Tuberkel- und Rothlaufbacillen bleiben Monate hindurch am Leben. In die Lake treten nach längerer Zeit ungefähr 1% Eiweiss, ungefähr 33% Phosphorsäure und Extractivstoffe über. Mehrere Jahre altes Salzfleisch wird weniger resorptionsfähig und kann bis 1/3 seines Nährwerthes verlieren. Schweinefleisch eignet sich wegen der feinen Fasern erheblich besser zum Einsalzen als Rindfleisch.

Zum Zwecke des Trocknens wird das Fleisch in grosse, dünne Scheiben geschnitten, von dem grössten Theil des Fettes befreit, mit Salz und etwas Pfeffer bestreut, eine Nacht in Haufen zusammengelegt und dann auf Hürden rasch in freier Luft getrocknet. Das „Charqui“, carne secca, ist in Südamerika sehr beliebt und giebt, nachdem es abgeschabt, von dem ranzigen Fett befreit, geklopft und gewässert ist, eine gute Nahrung. Trocknen.

Beim Räuchern des Fleisches kommen die Wasserverdunstung, die Imprägnirung mit Salz und die desinficirenden Bestandtheile Räuchern.

der Rauchgase zur Wirkung. Gut geräuchertes Fleisch ist keimfrei und lange haltbar. Die Schnellräucherung besteht in einem mehrmals wiederholten Bestreichen des Fleisches mit dünnem Holzessig unter Zusatz von etwas Wachholderöl und Aufhängen an einem luftigen Ort; eine Abtödtung von Bacterien findet hierdurch nicht statt.

Appert'sches Verfahren. Das zuerst von Appert angegebene, später vervollkommnete Verfahren, welches für Fleisch und Gemüse Verwendung findet, besteht darin, dass Fleisch etc. in verzinnten Blechbüchsen, die nur im Deckel eine kleine Oeffnung haben, gekocht wird. Nach Verlöthung der Oeffnung wird das Kochen ein oder mehrere Male wiederholt. Das so bereitete Fleisch ist bacterienfrei und dem Verderben nicht mehr ausgesetzt: an Nährwerth hat es nicht verloren, dahingegen durch das öftere Kochen an Schmackhaftigkeit eingebüsst.

Abkühlen. Die in den letzten Jahren vielfach unternommenen Versuche, von Amerika und Australien frisches, durch Kälte conservirtes Fleisch herüberzuschaffen, gelangen nicht völlig. Die besten Resultate erzielte man durch Anwendung von kalter Luft, welche durch die Fleischkammern gepresst wurde. Die kalte Luft wird erzeugt entweder an Rohren, die stark gekühlte Salzlösung enthalten, oder durch Expansion vorher durch Wasser abgekühlter Pressluft.

Extracte. Die ersten erfolgreichen Versuche, Fleisch nicht als solches, sondern in seinen werthvollen Theilen zu conserviren, einen Extract aus ihm zu machen, unternahm Liebig. Man kann zur Zeit zwei grosse Gruppen derartiger Conserven unterscheiden. Die einen — als Prototyp darf das Extractum carnis Liebig gelten — enthalten neben etwa 17 % Wasser die Extractivstoffe, 63 %, und die Salze, 20 %, während Fett, Eiweiss und Leim als wenig widerstandsfähig ausgeschieden wurden. Diese Extracte sind insonderlich ihrer Kaliverbindungen wegen recht brauchbare „Reizmittel“, aber einen Nährwerth besitzen sie nicht.

Peptone. Die zweite Gruppe umfasst die „Peptone“. Sie werden dargestellt, nicht wie der Extract durch einfaches Kochen und Eindampfen, sondern durch Einwirkung von überhitztem Wasserdampf, von Säuren oder Verdauungssäften, z. B. Pepsin oder Papajasaft, auf Fleisch. Die meisten der Präparate enthalten ausser dem Pepton noch Eiweiss und Albumosen, so finden sich in Kemmerichs Fleischpepton 10—18 % Eiweiss und 35—37 % Albumosen, in Antweilers Pepton gegen 18 % Eiweiss, 6 % Pepton und 60 % Albumosen. Das Pepton verleiht dem Präparat

den bitteren Geschmack, während Propepton nicht unangenehm schmeckt. Ueber den diätetischen Werth dieser Präparate sind die Meinungen getheilt; ein Eiweisssparer ist das Pepton an sich jedenfalls, und da ausser ihm immer Eiweiss vorkommt, enthalten die Präparate auch Organbildner. Fein geschabtes Fleisch in Substanz oder in Form der sog. legirten Suppen hat jedoch grösseren Nährwerth, ist billiger, wird besser vertragen und meistens auch lieber genommen.

c) Die Schädigungen durch Fleischgenuss.

1. Infectionen.

Ein so vorzügliches Nahrungsmittel das Fleisch auch ist, so kann es doch Infectionen und Intoxicationen bewirken. Die Infectionen beruhen auf thierischen Parasiten oder auf Bacterien.

Infection durch Entozoen. Die Trichine, 1835 durch Owen entdeckt, kommt im Schweinefleisch vor. Dort findet sie sich gewöhnlich in Gestalt der allbekannten Kapseltrichine. Aus dieser ihrer Dauerform wird sie befreit durch den Magensaft des Menschen, welcher den Kalk der Kapsel auflöst, ihr Bindegewebe verdaut. Die im Darm freigewordene Darmtrichine wird im Verlauf des dritten Tages geschlechtsreif. Die weibliche Trichine dringt in die Schleimhaut und bis in das centrale Chylusgefäss der Zotten ein; dort werden die Embryonen in grosser Zahl, bis zu 1500, geboren, und gelangen nach den neueren Untersuchungen mit dem Lymph- und Blutstrom in den Körper; ihre Prädilectionsstellen sind die Muskeln. Die Einwanderung bedingt die Krankheit, ihre Schwere ist proportional der Menge der Thiere. Da die wandernden Embryonen die Sehnen nicht durchdringen können, so sammeln sie sich in der Nähe der Sehnenansätze an und erzeugen dadurch die Schmerzen an den Gelenken. In den Kehlkopf-, Kiefer-, Augen- und Zwischenrippenmuskeln, sowie in dem muskulösen Theil des Zwerchfelles sind sie besonders leicht aufzufinden. Zu dem Zwecke werden etwa 1 cm lange, dünne Stücke der genannten Muskeln zwischen zwei dicken Glasplatten gepresst und mit 50facher Vergrösserung untersucht: die ausgewachsenen Muskeltrichinen sind etwa 0,7—1,0 mm, die männlichen Darmtrichinen 1,5, die weiblichen 4 mm lang. Man hüte sich vor Verwechslung der Trichinen mit Miescher'schen Schläuchen, den Sarcosporidien angehörig, welche anscheinend belanglos sind; drückt man kräftig, so zerreisst der Schlauch, und die kleinen halb-

Trichine.

mondförmigen Einzelwesen der Sarcosporidien treten zu Tage. (Figg. 41 und 42.)

Schutz gegen Trichinose. Vor der Trichinose schützt man sich am sichersten durch Vermeidung des Genusses von rohem oder nicht gut durchgekochtem Schweinefleisch; bei + 55° stirbt die Trichine; gutes Pökeln, kräftiges Räuchern tödtet sie ebenfalls in wenigen Wochen oder Monaten; jedenfalls sind in dem amerikanischen Schweinefleisch, welches oft Trichinen enthält, bis jetzt in Europa noch keine lebenden gefunden worden. Einen weiteren, wenn auch nicht absoluten Schutz gewährt die Trichinenschau. Ihre Handhabung ist in den einzelnen Staaten verschieden ge-

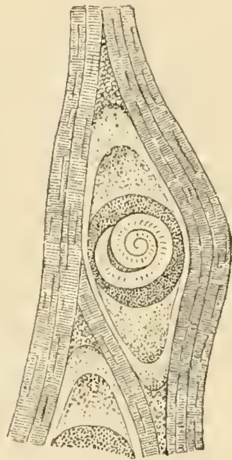


Fig. 41. Eingekapselte Muskeltrichine.

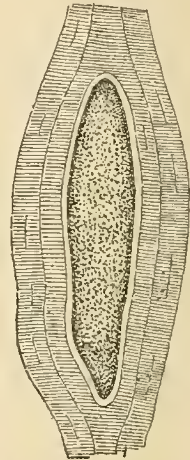


Fig. 42. Miescher'scher Schlauch.

regelt. Im Königreich Sachsen z. B., wo die Unsitte, rohes Fleisch zu geniessen, am meisten verbreitet ist, muss jedes zur Schlachtung gekommene Schwein untersucht werden. (Verfügung vom 20./7. 88.) In Preussen ist die Bestimmung den einzelnen Regierungen überlassen. Werden trotz vorsichtiger Untersuchung in einem Schwein vorhandene Trichinen nicht gefunden, so sind gewöhnlich so wenig darin, dass die nach dem Genuss solchen Fleisches auftretenden Krankheiten milde verlaufen. Von trichinösen Schweinen dürfen (Verf. d. preuss. Ministers der Med.-Ang. v. 18./1. 76) die Haut, die Borsten und das ausgeschmolzene Fett beliebig verwendet, ferner geeignete Theile zur Fabrikation von Seife und Leim und der ganze Körper chemisch verarbeitet werden.

Täuien. Durch Fleischgenuss kann der Mensch Bandwürmer acquiriren. Die Finne der taenia solium findet sich im Schwein und zwar hauptsächlich in dem Bindegewebe zwischen den Muskeln. Sie stellt eine etwa erbsengrosse weisse Blase dar, an welcher schon der scolex mit seinen 4 Saugnäpfen und einem doppelten Hakenkranz sichtbar ist. Die bindegewebige Kapsel wird im Magen

des Menschen verdaut, der Kopf der Finne saugt sich an der Darmwand fest, die Blase wird abgestossen, und an ihre Stelle treten die Bandwurmglieder, Proglottiden, welche viele Hundert an der Zahl, eigentlich nur Proliferationsorgane darstellen. Die Finne der taenia mediocanellata s. saginata wird vom Rind beherbergt, sie ist kleiner als die Schweinefinne und sitzt mit Vorliebe in den Kaumuskeln, in der Zunge und im Herzen. Die Taenie hat vier Saugnäpfe, aber keinen Hakenkranz; sie ist resistenter gegen die gewöhnlichen Bandwurmmittel als die taenia solium. Die Finne des botriocephalus latus kommt in verschiedenen Fischen vor. Die Glieder der Taenie sind breit aber kurz. Kochen, Pökeln, Räuchern und dreiwöchentlicher Aufenthalt im Kühlkeller tödtet die Finnen.

Unter besonders ungünstigen Umständen (durch Autoinfection z. B.) kann der Mensch die Finne der t. solium und mediocanellata in sich aufnehmen; häufiger beherbergt er die Finne des Hundebandwurmes.

Massnahmen gegen die Infection.

In Sachsen ist durch Verordnung finniges Fleisch als ungeniessbar erklärt, wenn die Finnen auf jeder Schnittfläche zu sehen sind, und das Fleisch eine hellere Farbe und wässerige Beschaffenheit angenommen hat. In Bayern bestehen lokale Vorschriften über die Verwendung finnigen Fleisches. In Preussen dürfen (Ministerial-Erlass vom 18. 2. 97) der ausgeschmolzene Talg unbedingt, von schwachfinnigen Rindern, d. h. bei höchstens 10 Finnen, die Milz, Leber, Nieren, Darm, sofern diese finnenfrei befunden wurden, und das Fleisch, sofern die Finnen verkalkt sind, ganz freigegeben werden; sind die Finnen nicht verkalkt, so darf das Fleisch gekocht oder 21 Tage gepökelt bezw. gekühlt (3°—7° C) der Freibank oder dem Familienverzehr übergehen werden; das Fleisch stark finniger Rinder (über 10 Finnen) ist zu condemniren bezw. technisch zu verwerthen. Ueber finniges Schweinefleisch ist bestimmt (16. 2. 1876), dass durch Auskochen gewonnenes Fett unbedingt, das Fleisch aber dann zum Verbrauch zuzulassen ist, wenn es wenig von Finnen durchsetzt und unter polizeilicher Aufsicht nach vorheriger Zerkleinerung vollständig gar gekocht ist. Sind sehr viele Finnen vorhanden, so darf das Fleisch nicht genossen werden, dagegen kann der Körper chemisch verarbeitet oder unter polizeilicher Controlle beseitigt werden.

Schutz der Hausthiere gegen Trichinen und Finnen.

Man bewahrt die Schweine vor Trichinen und Finnen durch reinliche Haltung und gute, dichte Ställe. Ratten leiden an Trichinose; werden sie von Schweinen gefressen, so geht die Krankheit auf diese über. Die in den menschlichen Faeces enthaltenen Bandwurmeier erzeugen die Finnen, wenn, wie auf dem Lande so häufig, die Schweine den menschlichen Koth erlangen können. Mit Schlächtereiabfällen, welche nicht stark gekocht sind, sollen Schweine nicht gefüttert werden.

Infectionen durch Mikroorganismen. Unter den durch pflanzliche Organismen hervorgerufenen, auf den Menschen übertragbaren Thierkrankheiten ist die Actinomykose zu erwähnen. Im Fleisch der Rinder und Schweine finden sich Eiterhöhlen, Abscesse, welche kleine gelbliche Körnchen enthalten, die aus den Rasen des Pilzes und aus eigenthümlichen Kolben bestehen. Das Mycel färbt sich leicht nach der Gram'schen Methode. Diese Eigenschaft ermöglicht die Diagnose oft noch dann, wenn das Auffinden der Kolben nicht gelingt. Es genügt, den Abscess im gesunden Gewebe auszuschneiden und die mit Eiter besudelten Fleischtheile zu entfernen. Die Infection geschieht von Wunden aus.

Actinomykose.

Tuberkulose

Von grösserer Wichtigkeit sind die eigentlich bacteriellen Krankheiten. Die Tuberkulose, Perlsucht, ist unter dem Rindvieh stark verbreitet. In manchen Gegenden sind 10, 20, ja sogar 50 % der Thiere inficiert; in Berlin wurden 15 %, in Sachsen 18 %, in Preussen im Jahre 1894 durchschnittlich 10 % der Schlachtthiere tuberkulös gefunden. Bei Kälbern ist die Krankheit viel seltener, in Preussen waren es im Jahre 1894 vielleicht 0,04 % der Schlachtkälber. Am häufigsten sind beim Rind die Lymphdrüsen, die serösen Häute und die Lungen afficirt; die starken, oft wallnussgrossen Knoten lassen bezüglich der Diagnose keinen Zweifel. Beim Schweine ist hauptsächlich die Leber der Sitz der kleinen Herde. Das Schaf, die Ziege sind für Tuberkulose wenig empfänglich; Hühner sind für die gewöhnliche Tuberkulose unempfänglich, dahingegen leiden sie an der sog. Geflügeltuberkulose. Gänse und Enten sind immun. Die Tuberkulose bleibt beim Rindvieh lange local; erst sehr spät treten zwischen den Muskelbündeln die Drüsenknoten auf.

Verwendung perlsüchtigen Fleisches

Durch den Genuss rohen, tuberkulösen Fleisches kann die Krankheit übertragen werden, während gut gekochtes Fleisch unschädlich ist. Da jedoch bei Weitem nicht alles Fleisch gut durchgekocht wird, so hat der Erlass des preussischen Ministers 15. 9. 87) seine Berechtigung: „eine gesundheitsschädliche Beschaffenheit ist in der Regel dann anzunehmen, wenn das Fleisch Perlknoten enthält, oder wenn das perlsüchtige Thier abgemagert ist; dagegen ist das Fleisch noch für geniessbar zu erachten, wenn 1) das Thier gut genährt, oder 2) die Perlknoten ausschliesslich in einem Organ vorgefunden werden, oder, im Fall des Auffindens in zwei oder mehreren Organen, diese Organe derselben Körperhöhle angehören und miteinander direct oder durch Lymphgefässe oder durch solche Blutgefässe, welche dem

Lungen- oder Pfortaderkreislauf angehören, verbunden sind. Der Sachverständige entscheidet, ob das noch geniessbare Fleisch minderwerthig ist oder nicht.“ Das minderwerthige aber zulässige Fleisch wird entweder roh oder gekocht (am besten in einem Sterilisator) der Freibank überwiesen.

Milzbrand.

Milzbrandiges Fleisch, welches roh genossen oder ungenügend gekocht worden ist, kann die Krankheit übertragen, wenn die Bacillen in Wunden hineingelangen oder den Magen passiren. Milzbrandsporen, welche sich niemals (wegen des Sauerstoffmangels) in, aber wohl auf dem Fleisch bilden, sind gefährlicher, weil ihnen der Magensaft nichts anhaben kann. Die grösste Gefahr besteht beim Zerlegen etc. der milzbrandigen Thiere.

Rotz.

Rotziges Fleisch kommt jetzt, seitdem die Pferdeschlächterei zunimmt, mehr in Betracht als früher. Die Infectionsmöglichkeit ist dieselbe wie beim Milzbrand, nur bilden die Rotzbacillen keine Sporen.

Lyssa.

Lyssa tritt hier und da beim Rindvieh, bei Schafen und beim Wild auf. Die Ansteckung erfolgt von Wunden aus.

Massnahmen dagegen.

Die prophylactischen Massnahmen gegen die Infectionen sind in dem Reichsviehseuchengesetz zum Ausdruck gekommen: Thiere, welche milzbrandkrank oder -verdächtig sind, dürfen nicht geschlachtet werden. Jeder Verkauf einzelner Theile, der Haare, der Wolle, der Milch oder sonstiger Producte von milzbrandkranken oder der Seuche verdächtigen Thieren ist verboten, ebenso das Schlachten wuthkranker oder -verdächtiger Thiere, sowie jeder Verkauf oder Verbrauch einzelner Theile, der Milch oder sonstiger Erzeugnisse. Rotzige Pferde sind zu tödten, die Kadaver sind durch hohe Hitzegrade oder auf chemischem Wege oder durch Vergraben nach Durchschneidung der Haut unschädlich zu machen. (Instr. vom 27./6. 95 betr. Viehseuchengesetz.)

Septicaemien.

Nicht selten treten Gesundheitsstörungen auf nach Genuss des Fleisches von Thieren mit Eutervereiterung, Metritis oder septicaemischen Prozessen. Thiere, welche an derartigen Krankheiten gelitten haben, sind für den Consum nicht zu verwenden.

Andere Krankheiten.

Das Fleisch von Rindern, die an Lungenseuche, Rinderpest, Maul- und Klauenseuche, von Schweinen, die an Rothlauf oder Schweineseuche in nicht hohem Grade leiden, ist zwar minderwerthig, indessen, weil Erkrankungen beim Menschen dadurch nicht hervorgerufen werden, nicht verboten. Sind die Erkrankungen hochgradig, so soll das Fleisch wie das aller stark fiebernden Thiere zum Genuss nicht zugelassen werden.

2) Intoxicationen.

Unter den Fischen giebt es in mehr als 10 Gattungen Unterabtheilungen, deren Fleisch, Lebern oder Eierstöcke entweder immer oder zu gewissen Zeiten, z. B. dicht vor dem Laichen, ein oft sehr bösartiges Gift enthalten.

Auch Schalthiere, Miesmuscheln z. B., können unter Umständen giftig sein; das Gift findet sich bei ihnen in den Lebern.

Medicamente.

Medicamente differenter Art, welche Thieren gegeben werden, sind wohl kaum im Stande, dem Fleisch giftige Eigenschaften zu verleihen. Dahingegen sind die auf Bacterien beruhenden Fleischvergiftungen von grossem Belang; die Symptome der Fleischvergiftung sind die eines intensiven Magendarmcatarrhes, Brechen und heftige Durchfälle, es kommen Cerebralsymptome, Schwindel, Blässe der Haut hinzu, Gefühl von Trockenheit oder Kratzen im Halse, Durst, Doppelsehen, Lähmungen der Augenlid- und anderer Muskeln, Sinken der Kräfte und der Temperatur.

Fleischvergiftungen.

Man kann unterscheiden: 1. Intoxicationen und Infectionen mit Fleisch von Thieren, die vor der Schlachtung krank waren; hier kommen hauptsächlich die schon oben erwähnten septicaemischen Prozesse in Betracht. Die bei solchen Fleischvergiftungen gefundenen Mikroorganismen sind alle mehr oder minder dem bact. coli ähnlich; die von ihnen erzeugten Schädlichkeiten beruhen a) von vornherein auf einer Intoxication, insofern als Vergiftungssymptome auftreten, entweder sehr kurze Zeit, wenige Stunden nach dem Genuss des rohen Fleisches, oder nach dem Genuss von gekochtem Fleisch bezw. der Brühe; hierbei ist zu berücksichtigen, dass es Gifte giebt, welche der Siedehitze widerstehen, während andere durch dieselbe theilweise oder völlig zerstört werden; b) auf einer Infection mit gleichzeitiger oder nachfolgender Intoxication; werden neben dem schon im Fleisch vorhandenenen Toxin die veranlassenden Bacterien mit aufgenommen, so proliferiren dieselben und ihr Gift kommt zu dem vorhandenen noch hinzu.

Vielfach vermehren sich die Bacterien in dem Fleisch und den Organen des geschlachteten Thieres; dann kann es sich ereignen, dass die Personen, welche das Fleisch frisch geniessen, gesund bleiben oder leicht erkranken, während diejenigen, welche es nach einigen Tagen essen, schwer afficirt werden.

Oft ist dem toxischen Fleisch nichts Abnormes anzumerken, andere Male findet sich eine gewisse Verfärbung oder ein fader,

süsslicher, widerlicher Geruch oder Geschmack. Das Fleisch nothgeschlachteter Thiere, auf welches nach Bollingers Angabe etwa $^4/_5$ aller Fleischvergiftungen zurückzuführen sind, sollte allein dann freigegeben werden, wenn es vom Thierarzt für erwiesen unschädlich erachtet wird. Da in frisch geschlachtetem Fleisch Bacterien nicht vorkommen, so sollte jedes Fleisch, welches gleich nach der Schlachtung an den Stellen, die mit der Luft noch nicht in Berührung waren, Mikroorganismen enthält, zurückgewiesen werden, es sei denn bestimmt nachgewiesen, dass den aufgefundenen Mikroben eine gesundheitliche Schädigung nicht zukommt.

Fleisch nothgeschlachteter Thiere.

2. kommen Vergiftungen vor mit Fleisch, Wurst, Käse, Caviar etc. von Thieren, die vor der Schlachtung nicht krank waren. Hierbei ist es die Regel, dass von den betreffenden Thieren bereits grössere Mengen ohne Schädigung gegessen wurden, während andere Theile des Thieres, z. B. später genossene Leber, gewisse Theile von Würsten und Schinken sich entweder gänzlich oder theilweise giftig erweisen. Zuweilen sind solche Fleischstücke schon im Beginn der Zersetzung und es können die Ptomaine der Fäulniss (Muscarin, Neurin u. s. w.) die Erscheinungen bewirken. Meistens hat man es wohl mit specifischen Giften zu thun; so erzeugt z. B. der bac. botulinus (van Ermengem) ein dem Diphterie- und Tetanustoxin nahe verwandtes Gift. Man muss annehmen, dass diese toxinbildenden Mikroben entweder in minimaler Zahl in dem Thier schon vorhanden waren, ohne es jedoch sichtbar krank zu machen, oder dass sie zufällig auf einzelne Stücke gelangten, sich dort vermehrten und das Gift erzeugten. Saubere Behandlung des Fleisches ist die beste prophylactische Massnahme.

d) Die Fleischbeschau und die Schlachthäuser.

Um die mit dem Fleischgenuss verbundenen Gefahren zu vermeiden, ist die Fleischbeschau einzuführen, d. h. die sachverständige Besichtigung des zu schlachtenden und des geschlachteten Thieres vor Freigabe zum Verkauf. Die Fleischbeschau hat ihr Augenmerk immer auf den Zustand des Fleisches und der Eingeweide zu richten.

Fleischbeschau.

Eine regelrechte Fleischbeschau findet sich nur in denjenigen Städten, welche ein Schlachthaus besitzen. Die Concentrirung des Schlachtens an einem Ort entfernt mit einem Schlage aus der ganzen Stadt die durch die vielen Einzelschlächtereien entstehenden, nicht unbeträchtlichen Verunreinigungen; die Winkelschlächterei, d. h. das heimliche Abschlachten alten, schlechten

Nutzen der Schlachthäuser.

oder kranken Viehes, ist ebenfalls unmöglich gemacht, und eine gute Behandlung des Fleisches bis zur Ueberführung an die Verkaufsstätte gesichert. In richtiger Würdigung dieser sanitären Vorzüge sagt die Reichsgewerbeordnung (§ 23), dass die Landesregierungen in Orten mit auskömmlichen Schlachthäusern die Privatschlächtereien verbieten können. Von dieser Erlaubniss ist ausgiebig Gebrauch gemacht worden. In den grossen Städten sind die Schlachthäuser mächtige Anlagen, welche Stallungen für die verschiedenen Thierarten, sowie für krankes bezw. verdächtigtes Vieh und grosse Schlachthallen haben.

Anlage der Schlachthäuser.

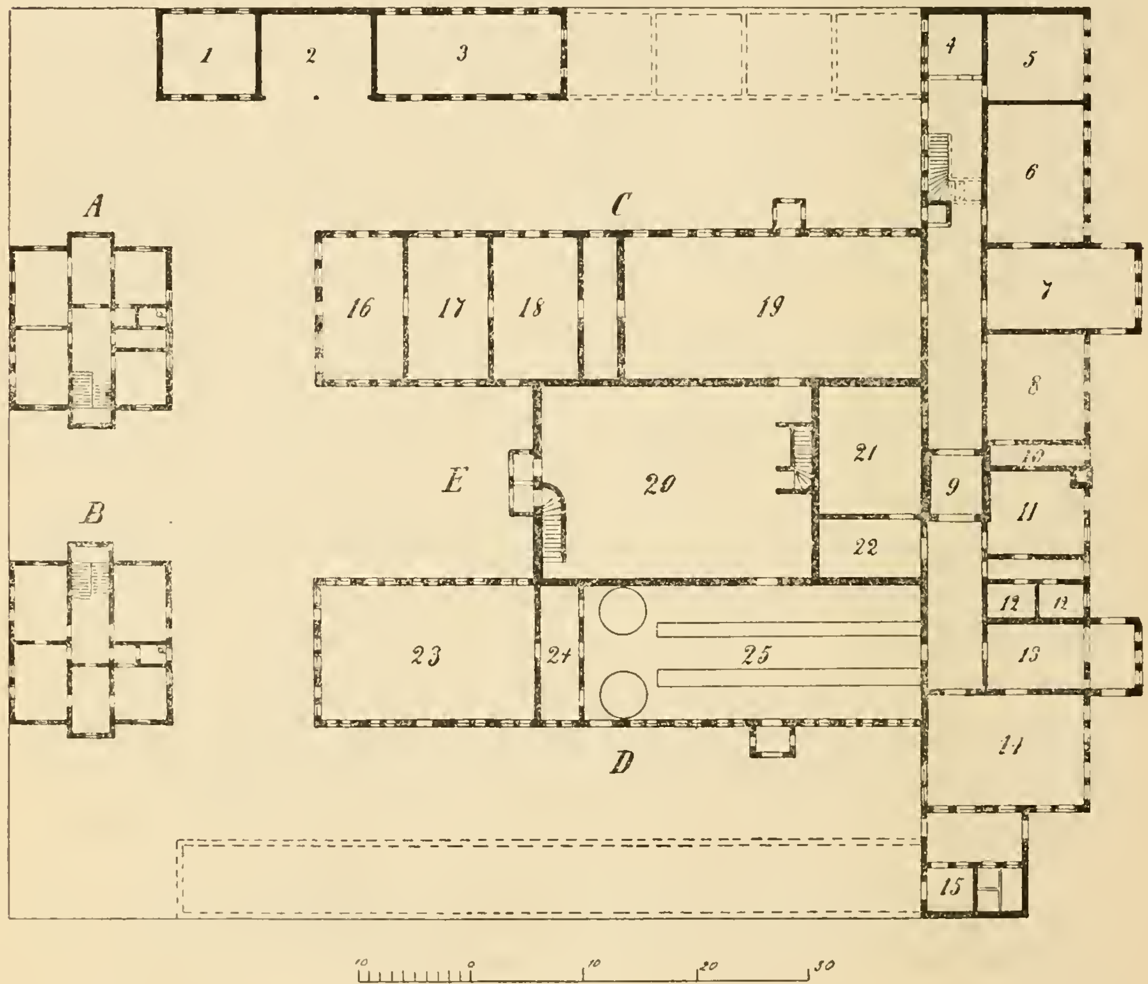


Fig. 43. Schlachthaus in Tilsit von G. Osthoff in Berlin.
A Restaurations- und Geschäftsräume; B Verwaltungsgebäude; C Gross- und Kleinviehställe und Schlachträume. D Schweineställe und Schweineausschlachtraum; E Kühlraum; 1 Pferdestall; 2 Wagenschuppen; 3 Fleischhalle; 4 Hallenmeisterstube: 5 Gesellenstube; 6 Kaldaunenwäsche; 7 Düngerraum; 8 Kessel-, 10 Kohlenraum; 9 Wasserthurm; 11 Talgschmelze; 12 Bureaus; 13 Düngerraum; 14 Kaldaunenwäsche; 15 Räume für kranke Thiere; 16, 17, 18 Ställe für Gross- und Kleinvieh; 19 Schlachtraum; 20 Kühlhalle; 21 Maschinenraum; 22 Werkstätte; 23 Schweineställe; 24 Abstechraum; 25 Schweineausschlachtraum.

Man unterscheidet zwischen den sogen. französischen und deutschen Anlagen; bei ersteren ist die Decentralisation ange-

strebt; jedes Gebäude steht für sich da und ist von Strassen umgeben; bei der deutschen Anlage herrscht die Centralisation vor; entweder sind alle den verschiedenen Zwecken dienenden Räume unter einem Dach vereint, oder sie sind dicht aneinandergelagert und dann durch gedeckte Gänge miteinander verbunden. Für grosse Städte ist die erstere, für kleinere die letztere Bauordnung vorzuziehen.

Ungeniessbares Fleisch.

Thierärzte untersuchen vor und nach der Schlachtung jedes Thier. Von der Schlachtung ausgeschlossen werden zu junge, sodann zu abgemagerte, hochträchtige und fiebernde oder schwer und seuchenartig erkrankte Thiere. Nicht zum Verkauf zugelassen wird das ungeniessbare, somit gesundheitsschädliche Fleisch, d. h. übelriechendes und in Fäulniss übergegangenes Fleisch, ferner Fleisch von umgestandenen oder während des Sterbens geschlachteten oder von ungeborenen Thieren, Fleisch von Thieren, die an Milzbrand, Rauschbrand, Wuth, Rotz, Trichinen, Finnen (in grosser Anzahl), an ausgebreiteter Tuberkulose oder an Krankheiten leiden, die unter hochgradigem Fieber mit Blutdissolution oder ausgebreiteten Eiterungsprocessen verlaufen.

Vollwerthiges und minderwerthiges Fleisch.

Das geniessbare Fleisch entspricht entweder allen Anforderungen, welche an Fleisch der betreffenden Sorte zu stellen sind, und heisst dann vollwerthig, bankwürdig; oder es entspricht nicht allen Anforderungen und ist dann minderwerthig, nicht bankwürdig. Zu dem letzteren rechnet man Fleisch, welches sein gutes, frisches Ansehen verloren hat, oder welches von Thieren stammt, die nicht bald nach einem Unfall geschlachtet worden sind, oder die sehr jung oder alt und mager sind, oder an Krankheiten leiden, welche den unbedingten Genuss nicht ausschliessen (s. oben). Das minderwerthige Fleisch wird auf die „Freibank“ gegeben, wo es unter Aufsicht in kleinen Portionen roh oder gekocht und nur für den Familienverzehr zu einem limitirten Preise abgegeben wird. In der letzten Zeit hat man „Fleischdämpfer“ (System Rohrbeck, Henneberg u. s. w.), d. h. Sterilisationsapparate, auf den Schlachthöfen aufgestellt, durch deren Anwendung viel Fleisch und Fett, welches sonst dem Genuss entzogen sein würde, demselben erhalten wird.

Freibank.

Leider wird in die Städte, welche Schlachthäuser haben, von den kleinen Nachbargemeinden viel minderwerthiges und schlechtes Fleisch eingeführt, wenn nicht zugleich eine Controlle des von aussen kommenden Fleisches eingerichtet ist.

Neben der Halle für die Schweineschlachtung befindet sich

das Zimmer für die Trichinenschau. Meistens ist mit dem Kühlkeller. Schlachthause ein Kühlkeller verbunden, in welchen das Fleisch kommt, nachdem es eine kurze Zeit an der freien Luft gehangen hat. Die hierdurch entstehende feste, wasserarme Schicht bildet einen vorzüglichen Schutz gegen das Eindringen der Mikroorganismen. Es gelingt in derartigen, mit künstlich abgekühlter Luft ventilirten Kellern, das Fleisch einen ganzen Monat lang frisch zu erhalten, nur die Fleischfaser wird mürber, ein bei der Zubereitung nicht zu unterschätzender Vortheil.

B. Eier.

Die Eier des Störs, „Kaviar", werden bei uns in so geringen Mengen genossen, dass man sie lediglich als Genuss- oder Reizmittel ansehen kann. Die Hühnereier enthalten im Mittel 30 g Eiweiss und 16 g Eigelb; letzteres besteht zur Hälfte aus Wasser, zu je einem Viertel aus Eiweiss und Fett, ersteres aus 87% Wasser und 13% Eiweiss, so dass sich im ganzen Ei ungefähr 8 g Eiweiss und 4 g Fett finden, diese entsprechen etwa 40 g fetten Fleisches oder 180 ccm Kuhmilch. Eier sind in jeder Form gut resorbirbar, hart gekocht indessen nicht leicht verdaulich, müssen deshalb im letzteren Falle gut zerkleinert werden.

C. Die Milch.

a) Die Beschaffenheit der Milch.

Während der ersten Periode des Lebens, während mancher Zeit des Krankseins ist Milch die einzige Nahrung; für viele Berufsklassen bildet sie einen Haupttheil der täglichen Kost. Die in Deutschland am meisten gebrauchte Milch ist die Kuh-Zusammensetzung. milch. Ihre Zusammensetzung, insonderlich ihr Fettgehalt, wechselt je nach der Rasse, dem Alter der Kühe, dem Futter, der Zeit des Melkens; die Abendmilch ist gehaltvoller als die Morgenmilch, gegen Schluss des Melkens ist die Milch etwas eiweiss- und zuckerärmer, aber erheblich fettreicher als bei dem Beginn des Melkens.

Die Milch entsteht durch den Zerfall der Milchdrüsenzellen. Eine Durchschnittsmilch enthält nach König 3,4% Kasein und Lactalbumin (0,5%), 3,6% Fett, 4,8% Milchzucker, 0,7% Salze; ihre Reaction ist amphoter, d. h. das in ihr enthaltene neutrale Kaliumphosphat bläut rothes und das saure Kaliumphosphat röthet blaues Lackmuspapier. Das Fett ist in ihr in kleinen Kügelchen enthalten, zwischen 2,6 bis 11 Millionen im ccm,

welche beim Stehen in die Höhe steigen und den Rahm bilden; das Kasein der Milch ist nicht in gelöstem, sondern in gequollenem Zustande vorhanden. Bei längerem Stehen wird der Milchzucker durch die Wirkung der Milchsäurebacillen in Milchsäure übergeführt. Wenn nach Bindung des Alkalis freie Säure vorhanden ist, so gerinnt das Kasein; es entsteht die dicke oder saure Milch. Die Gerinnung des Kaseins wird ebenfalls, jedoch ohne Säuerung unter Ausscheidung der sog. süssen Molke, welche Milchzucker, Albumin und Salztheile enthält, durch das aus dem Kälbermagen gewonnene Labferment hervorgerufen. Wenn saure Milch längere Zeit steht, so tritt unter Lösung des Kaseins Buttersäuregährung und später vollständige Fäulniss ein. Säuerung und Gerinnung.

Von dem Eiweiss werden gegen 93 %, vom Fett 95 %, vom Milchzucker 100 % im Darm resorbirt. Die Milch stellt ein relativ billiges Nahrungsmittel dar (siehe die Tabelle Seite 126). Eine noch grössere Verbilligung findet statt, wenn das theure Butterfett durch Abrahmen aus der „Vollmilch" entfernt und in der „Magermilch" eine zwar fettarme, aber eiweiss- und milchzuckerreiche Speise genossen wird; das fehlende Butterfett lässt sich durch ein billigeres Fett in der Zukost ersetzen. Wegen des grossen Volumens eignet sie sich für Erwachsene nicht als alleinige Kost. Milch, welcher nur ein Theil des Fettes fortgenommen ist, nennt man „Halbmilch". Milch als Nahrungsmittel.

b) Die Gesundheitsschädigungen durch Milchgenuss.

1. Milchsäuerung. Die Milch kann unter Umständen schädigend auf die Gesundheit einwirken. Die meisten Brechdurchfälle der Kinder entstehen nach dem Genuss säuerlicher Milch. Auch manche Erwachsene vertragen die sauer gewordene Milch schlecht. Man kennt bereits eine grössere Anzahl Arten von Bacterien, welche Säuerung bewirken, unter ihnen ist der bac. acidi lactici der häufigste. Bacterien kommen schon beim Melken aus dem Anfang der Milchgänge, von dem unreinen Euter, den Händen, den Gefässen, den Seihtüchern und aus der Luft in die Milch hinein. Renk hat durch Sedimentirung und Filtration den Milchschmutz zur Anschauung gebracht und nachgewiesen, dass derselbe zum grössten Theil aus Kuhkoth besteht. Aus letzterem stammen die meisten der in die Milch gelangten Bacterien. Die sich entsprechend der Höhe der Temperatur entwickelnden Mikroben bringen durch ihre Säure die Milch zum Gerinnen, und zwar bei 37° in ungefähr 12, bei 20° in 48, bei 15° in 60, bei 10° in 100 Stunden. Beim Kochen der Milch

tritt die Gerinnung mehrere Stunden früher ein. Jedoch ist schon vor den angegebenen Zeiten Säure vorhanden, da das Kasein erst bei 0,2 % freier Milchsäure gerinnt.

2. Gifte in der Milch. Ausser den Milchsäurebildnern kommen Bacterien in der Milch vor, welche toxische Stoffe erzeugen, so hat Vaughan aus Milch und Käse ein stark wirkendes Gift (Tyrotoxikon) gewinnen können. Auch die gewöhnlichen Saprophyten der Milch sind nicht indifferent. Der kindliche Organismus reagirt auf stark bacterienhaltige Milch leicht mit den bekannten Brechdurchfällen; sicherlich ist hierbei die Milchsäure schädlich, aber wahrscheinlich wirken auch Noxen mit, die von anderen Saprophyten geliefert werden. Flügge hat nachgewiesen, dass sich fast regelmässig in der Milch sehr widerstandsfähige, sporenbildende Bacillen befinden, welche Temperaturen von 100° mehrere Stunden hindurch vertragen, ohne abzusterben, sich bei etwa 20° und darüber lebhaft vermehren und die Eiweisskörper der Milch peptonisiren; er hat ferner wahrscheinlich gemacht, dass die peptonisirte Milch auf jugendliche Individuen einen schädigenden Einfluss ausübt, indem sie Durchfälle hervorruft. Andererseits stellen die grossen Käseklumpen, welche in dem Magen kleiner Kinder aus dem Kuhkasein entstehen, an und für sich schon einen Reiz dar, welcher lebhaftere Peristaltik erregt. Bei der Zerlegung der Massen durch die mit eingeführten Bacterien mögen wiederum die Darmbewegung fördernde Producte gebildet werden. Jedenfalls ist sicher, dass Brechdurchfälle nicht auftreten oder selten sind, wenn keimfreie oder keimarme Milch gereicht wird, und dass die Sistirung der Milchnahrung bei bestehendem Durchfall das beste Gegenmittel ist.

Tyrotoxikon.

Brechdurchfall.

Specifische Umsetzungen in der Milch.

Einige Bacterien giebt es, welche der Milch besondere Eigenschaften verleihen. Von dem Milch- und Buttersäurebacillus ist schon gesprochen. Die blaue Milch wird durch einen schlanken Bacillus erzeugt, welcher den Farbstoff aus dem Kasein abspaltet. Rothe Milch entsteht, abgesehen von den Fällen, wo Blut in die Milch übergegangen ist, durch Wucherung des mik. prodigiosus, bact. lact. erythrogenes etc. Die fadenziehende, schleimige Milch bekommt ihre Eigenthümlichkeit durch die Einwirkung mehrerer Arten von Bacillen und Kokken. Die so veränderte Milch bewirkt zwar beim Erwachsenen, soweit bis jetzt bekannt ist, keine oder ganz leichte gesundheitliche Störungen, sie ist jedoch als unappetitlich zu verwerfen.

3. Pathogene Bacterien in der Milch. Die Milch kann

Medicinischer Verlag von S. KARGER in Berlin NW. 6.

infectiöse Keime enthalten, und zwar sowohl solche, welche sie aus dem Thier selbst in sich aufnimmt, als auch solche, die zufällig in sie hineingelangen, für welche sie nur das Vehikel abgiebt.

Zu den ersteren gehören die Bacillen der Tuberkulose. Man nahm an, dass Kühe infectiöse Milch lieferten, wenn im Euter selbst Knoten enthalten seien. Untersuchungen ergaben, dass makroskopisch wahrnehmbare Tuberkel im Euter nicht vorhanden zu sein brauchen, und doch Bacillen in der Milch vorkommen. Hirschberger fand bei 33 % der Thiere mit Perlsucht der Lungen ohne sichtbare Betheiligung der Euter infectiöse Milch; je hochgradiger die Krankheit ist, um so häufiger und um so mehr Tuberkelbacillen finden sich in der Milch. Milzbrandbacillen können zweifellos in die Milch übergehen, indessen hört bei milzbrandigen Thieren die Secretion rasch auf, die Gefahr ist also nicht gross. Das Gift der Lyssa vermag nach den angeblich positiven Erfolgen einzelner Autoren in die Milch überzutreten; ob indessen Lyssa jemals durch Milchgenuss übertragen wurde, ist fraglich. Nach dem Trinken der Milch maul- und klauenseuchekranker Thiere ist beim Menschen Bläschenausschlag an Mund und Lippen beobachtet worden. Sicher constatirte Uebertragungen von Septicaemien durch Milch sind nicht bekannt.

Tuberkulose.

Milzbrand.

Lyssa.

Maul- und Klauenseuche.

Zu den Krankheiten, welche auf den Genuss zufällig inficirter Milch bezogen werden, zählt der Typhus. Der Typhusbacillus bleibt in Milch bis zu einem nicht unbeträchtlichen Säuregrad lebensfähig. Er kann in die Milch gelangen durch die besudelten Hände der Krankenpfleger, durch Wasser, welches Typhusbacillen enthält, und womit die Milch verdünnt oder Gefässe ausgewaschen wurden. Aus England, Deutschland, Schweden etc. ist über Epidemien berichtet worden, welche sicher auf Milchbezug aus Häusern, worin Typhuskranke waren, zurückzuführen sind.

Typhus.

Die Vibrionen der Cholera halten sich und vermehren sich auch unter sonst günstigen Umständen in der Milch, insonderlich in abgekochter; die Möglichkeit, dass Cholera durch Milch übertragen werde, liegt somit vor. Aus Calcutta ist eine durch Milchgenuss hervorgerufene Schiffsepidemie bekannt gegeben.

Cholera.

Die Uebertragung der Diphtherie durch Milch ist wahrscheinlich; vom Scharlach ist anzunehmen, dass er hier und da durch Milch Verbreitung gefunden hat.

Diphtherie und Scharlach.

c) Schutz gegen die Gefahren durch Milch.

Um gesundheitliche Schädigungen zu verhüten, ist erforderlich:

1. Eine thierärztliche Controle der die Milch liefernden Thiere. Durch die Tuberkulinprobe lässt sich mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit die Diagnose auf Tuberkulose bei Kühen stellen; die reagirenden Thiere sind zu entfernen. Die Milch fiebernder oder euterkranker Thiere ist zu vernichten. Der Vertrieb der Milch von milzbrand-, wuth-, maul- und klauenseuchekranken Kühen ist durch das Viehseuchengesetz verboten.

2. Eine polizeiliche Controle der Milchwirthschaften und des Milchhandels. Während in manchen Städten, gewiss mit Recht, die Bierdruckapparate einer polizeilichen Aufsicht unterstellt sind, kümmert sich die Sicherheitsbehörde um den Kleinhandel mit Milch fast gar nicht. Die Aufbewahrungsorte, die Aufbewahrungsgefässe, die Messgefässe, die Reinlichkeit des ganzen Betriebes sind der Ueberwachung sehr bedürftig. Die Milchgefässe müssen gründlich gescheuert und durch Kochen oder Dampf desinficirt werden. Nur frisch ausgekochte Seihtücher sind zuzulassen; die Hände, Euter, Zitzen müssen mit warmem Seifenwasser gründlich abgewaschen werden. Die gemolkene Milch ist sofort in einen möglichst kühlen Raum zu bringen. Wenn der Arzt infectiöse Krankheiten in der Familie eines Milchhändlers meldet, hat sich die Sanitätspolizei zu vergewissern, dass eine Infection der Milch ausgeschlossen ist. Milch, wie Nahrungsmittel überhaupt, sollen in Schlafzimmern oder dem Familienverkehr dienenden Räumen nicht aufgehoben werden.

Constatirung der Milchzersetzung.

3. Eine Controle der Milch, welche zum Verkauf ausgeboten wird. Am wichtigsten ist die Constatirung des Zersetzungsgrades der Milch. Leider giebt es hierfür zur Zeit noch keine rasch auszuführende sichere Methode.

Bacteriologische Probe.

Die *bacteriologische* Untersuchung versagt theilweise, denn ehe ihr Resultat bekannt wird, ist nicht nur eine verdächtige, sondern auch eine gute Milch verdorben, d. h. sauer geworden. Die Methode kann also höchstens zur nachträglichen Constatirung einer grossen Bacterienzahl dienen. Ausser der Zahl ist die Art der Bacterien in Betracht zu ziehen.

Säurebestimmung.

Besser ist die Säurebestimmung. 25 ccm Milch werden mit 1 ccm einer 2 $^0/_0$ alkohol. Phenolphtaleinlösung versetzt und danach mit Barythydratlösung, von welcher 1 ccm 5 mg SO_3 ent-

spricht, titrirt bis zur schwachen Röthung. Bei frischer Milch tritt letztere durch Zusatz von ungefähr 17 ccm Barythydratlösung auf. Die so constatirte Säuremenge bleibt bei 10° etwa 48, bei 15° etwa 20, bei 37° (Brüttemperatur) etwa 5 Stunden constant. Ergiebt eine Milch, welche eine Stunde im Brütapparat gehalten wurde, eine Zunahme der Säure, so ist sie zur Kinderernährung unbrauchbar, weil bei der üblichen Aufbewahrungsart in kürzester Zeit freie Säure nebst Millionen von Bacterien im ccm Milch auftreten. Bei gekochter Milch giebt die Säuretitration über den Zersetzungsgrad keine Auskunft, weil die meisten der durch Kochen nicht getödteten Keime wohl eine Zersetzung, Peptonisirung, aber keine Säurebildung bewirken.

Die Methoden, welche den Nachweis der *Milchverfälschungen* bezwecken, sind gut ausgebildet. Die Verfälschungen bestehen hauptsächlich in

Milchverfälschung.

1. Abrahmung der Vollmilch und Verkauf als Vollmilch,
2. Wasserzusatz zur Vollmilch und Verkauf als Vollmilch,
3. Entrahmung und Wässerung der Milch,
4. Vermischung von Vollmilch und Magermilch und Verkauf dieser Halbmilch als Vollmilch,
5. Zusatz conservirender Substanzen Na_2CO_3, $NaHCO_3$, Borax, Salicylsäure.

Die Fälschungen haben ein hygienisches Interesse, weil es für Kinder und Kranke nicht gleichgültig sein kann, wenn sie eine in ihrer Zusammensetzung inconstante oder gar statt der vollen eine minderwerthige Milch erhalten. Der Nachweis der Fälschung wird im Laboratorium geliefert durch Bestimmung des specifischen Gewichtes des in der Milch vorhandenen Fettes, des Milchzuckers und der Eiweisskörper unter Vergleich dieser Zahlen mit den aus einer Probe gewonnenen, welche durch Zusammenschütten der Milch aller Kühe des betreffenden Stalles (Stallprobe) hergestellt ist. Die Differenz im specifischen Gewicht soll nicht mehr als 2 Aräometergrade, im Fettgehalt nicht mehr als 0,3 % betragen. Das Fett kann nach der aräometrischen oder der gewichtsanalytischen Methode von Soxhlet bestimmt werden. Die Eiweisskörper und der Milchzucker werden nach der Ritthausen'schen Methode gefunden (Behandlung der Milch mit Kupfersulfat und Bestimmung des Niederschlages). Die genaue Untersuchung beansprucht viel Zeit.

Nachweis.

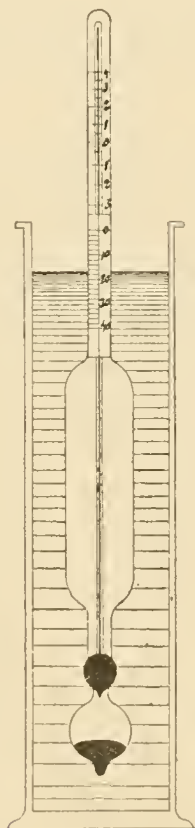
Für die Praxis ist ein vorläufiger, theilweise schon auf dem Markt anzustellender Nachweis der Verfälschungen erforderlich. Dieser wird geliefert durch die Bestimmung des specifischen Gewichtes und des Fettes.

Marktprobe.

Lactodensimeter.

Zu ersterem dient ein Aräometer, Lactodensimeter genannt; das Instrument von Quevenne-Müller ist das gebräuchlichste. Das Gewicht der normalen sog. Vollmilch schwankt zwischen 1029—1034 (den Graden 29 und 34 des Apparates); hat Entrahmung, somit Fortnahme des specifisch leichteren Fettes stattgefunden, so wird die Milch schwerer. Deshalb wiegt die „Magermilch“ bei 15° C. 1033—1038. Die Temperatur beeinflusst das Gewicht. Um der Marktpolizei die Rechnung abzunehmen, fügt man, wie die Fig. 44 und 45 darstellen, in das Instrument ein Thermometer ein. Dieses hat jedoch keine Temperaturscala, sondern zeigt sofort die Theile (Grade) an, welche von den an der Hauptscala abgelesenen abgezogen oder ihnen zugezählt werden müssen.

Wasserzusatz macht die Milch leichter. Entrahmung macht sie schwerer; durch Entrahmung und Wasserzusatz kann also das specifische Gewicht auf der ursprünglichen Höhe erhalten werden. Die Fettbestimmung klärt sofort eine derartige Verfälschung auf.


Fig. 44. Milchwage.

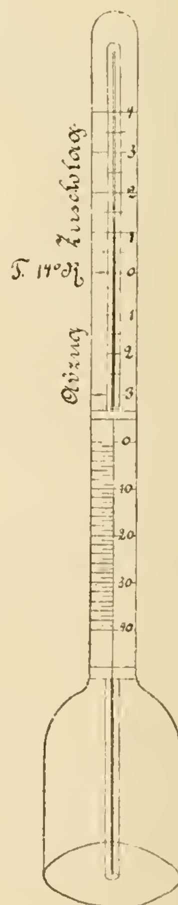


Fig. 45. Ihr oberer Theil.

Lactoskop.

Die zur Fettbestimmung dienenden optischen Methoden sind unsicher: am brauchbarsten ist noch die von Feser. In ein Glasgefäss werden 4 ccm Milch hineingegeben und so lange mit

Wasser versetzt, bis die an einem Milchglasstab befindlichen schwarzen Striche gerade sichtbar geworden sind; man kann direct am Gefäss ablesen, wie viel Procente Fett die Milch enthält, und wie stark sie gewässert ist. Die verschieden gut entwickelte Beobachtungsgabe des Untersuchers, die nicht constante Beleuchtung, die wechselnde Zahl und Grösse der Milchkügelchen machen die Methode ungenau.

Das Cremometer ist ein mindestens 6 cm weites, mit Scala versehenes Gefäss, in welchem innerhalb 24—36 Stunden der Rahm als eine 10—14°/₀ hohe Schicht sich absetzen soll. Auch diese Bestimmung ist ungenau, weil das Absetzen der Fettkügelchen verschieden rasch und intensiv statthat. Cremometer.

Bessere Resultate erzielt man mit dem Marchand-Tollens-schen Instrument. (S. Fig. 46.) Je 10 ccm Aether und Milch, die mit verdünnter Essigsäure leicht angesäuert ist, werden in einem Glasrohr geschüttelt, wonach das im Aether gelöste Fett durch Zusatz von 10 ccm Alkohol unter Einstellen in Wasser von 40° zum Ausscheiden und Aufsteigen gebracht wird. Aus der Höhe der Fettschicht lässt sich der Prozentgehalt berechnen bezw. einer Tabelle entnehmen. Marchand-Tollen's Apparat.

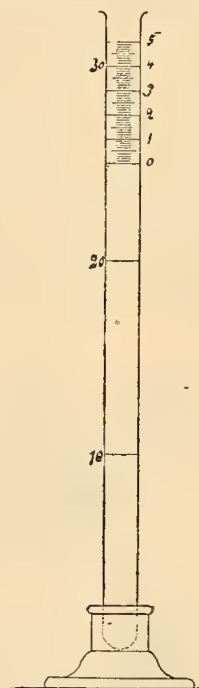


Fig. 46. Lactobutyrometer von Marchand-Tollens.

Die Soda, das Natriumbicarbonat bewirken eine Bindung der durch die Bacterien erzeugten Säure. Sie verhindern zwar die Gerinnung, fördern hingegen die Zerlegung des Milchzuckers und die Bacterienwucherung, sind also zu verwerfen. Die drei Natriumverbindungen geben der Milch nach 1—2 Stunden dauerndem Kochen eine gelbe bis braune Farbe. Nachweis der Alkalien,

Die Salicylsäure hemmt die Bacterienentwickelung; aber die regelmässige Einfuhr selbst kleiner Salicylsäure-Mengen in den menschlichen, besonders in den kindlichen Organismus ist nicht gleichgültig. Zum Nachweis der Säure wird die verdächtige Milch mit Schwefelsäure versetzt, wobei Kasein und Fett ausfallen. Das Filtrat wird mit Aether geschüttelt, der abgegossene Aether verdunstet und sein Rückstand mit Eisenchlorid geprüft. Eine entstehende violette Färbung beweist die Anwesenheit von Salicylsäure. Die seltenen Beimengungen von Kreide, Mehl etc. lassen sich mikroskopisch nachweisen. der Salicylsäure.

4) Die Sterilisation der Milch. Den besten Schutz

gegen Bacterienwucherung, also gegen Infectionen und bacterielle Intoxicationen, gewährt die Erhitzung der Milch bis zur Tödtung der in ihr enthaltenen Keime.

Pasteurisiren. Wenn man die Milch eine halbe Stunde lang auf 75° erhitzt, am besten in dem Bitter-Seidensticker'schen Apparat, welcher aus einem Bottich mit Heizschlange und Rührwerk besteht, dann die Milch über einen sterilisirten Kühler in sterilisirte Gefässe laufen lässt und letztere kühl hinstellt, so sterben die pathogenen Bacillen und der grösste Theil der Gährungserreger ab, und die überlebenden Bacterien werden in ihrem Wachsthum behindert. Die auf diese Weise „pasteurisirte“ Milch kann Infectionen nicht bedingen und ist, kühl aufgehoben, für mehrere Tage haltbar; ihr Geruch und Geschmack sind dem frischer Milch gleich.

Sterilisiren. Eine „partielle Sterilisation“ (Flügge), d. h. die Abtödtung fast aller Keime und Sporen, erreicht man durch Erhitzung auf 100° während einer halben Stunde. Man füllt zu dem Zwecke die Milch in entsprechend grosse Flaschen, erhitzt 15 Minuten auf 100°, verschliesst dann und erhitzt weiter. Bei diesem Verfahren bleiben jedoch die Sporen der vorhin erwähnten peptonisirenden, der Gruppe der Heubacillen angehörenden Mikroben am Leben. Um auch diese zu tödten und eine wirkliche „Steri-

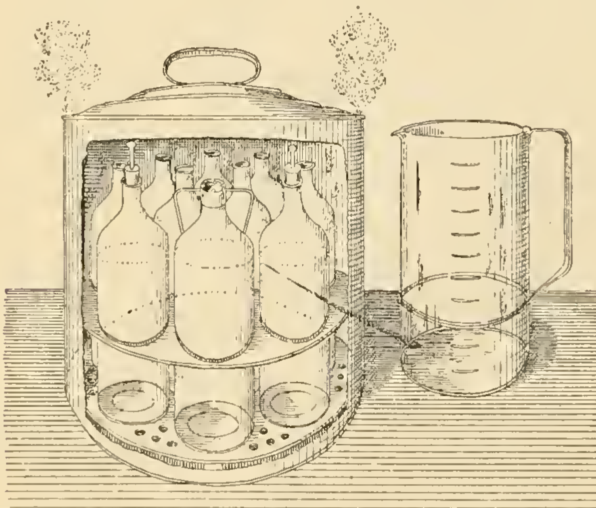


Fig. 47. Soxhlet'scher Apparat nebst Mischgefäss. Die Flaschen stehen auf dem oberen, durchlöcherten Boden. Der Dampf entweicht durch die Undichtigkeiten im Deckelverschluss.

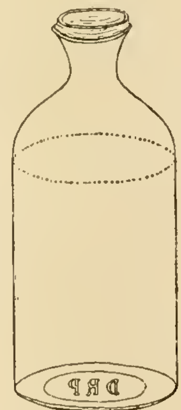


Fig. 48. Flasche nach Soxhlet mit Gummiplattenverschluss.

lisation“ zu erreichen, ist wenigstens eine sechsstündige Erwärmung der Milch auf 100° oder eine halbstündige auf 120° erforderlich. Durch beide Verfahren leiden aber der Geschmack und das Aussehen der Milch, indem sie, wahrscheinlich durch theilweise Umwandlung des Milchzuckers in Caramel, braun wird.

Man giebt sich daher mit Recht mit der partiellen Sterilisirung zufrieden, indem man das Kochen nicht über 10 Minuten ausdehnt, kühlt rasch ab und hält die Milch bei weniger als 16⁰.

Für den Hausbedarf, besonders für die Kinderernährung, eignet sich am besten der Soxhlet'sche Apparat (Fig. 47). Er besteht aus einem Blechgefäss mit durchlöchertem zweiten Boden, auf welchem die mit je einer Portion Milch in entsprechender Mischung gefüllten und durch aufgelegte Gummiplatten verschlossenen Flaschen ruhen. Der Blechtopf wird bis über den zweiten Boden mit Wasser gefüllt, der Deckel aufgesetzt, und das Wasser zum Kochen gebracht. Beim Abkühlen presst der Luftdruck die Platten in die durch das Kochen luftleer gemachten Flaschen hinein (Fig. 48). Da man auch mit dem Soxhlet-Apparat nur nach langem Kochen und unter Schädigung des Geschmacks und der Farbe Keimfreiheit erzielt, ist es besser, lediglich eine vermehrte Haltbarkeit anzustreben, was durch etwa viertelstündiges Kochen der für einen Tag erforderlichen Milch, rasche Abkühlung und kühle Aufbewahrung erreicht wird. Soxhlet'scher Apparat.

Wo auf Billigkeit grosse Rücksicht zu nehmen ist, empfiehlt es sich, in einen Blechtopf mit eingelegtem Rost eine emaillirte Metallkanne mit Deckel und Ausguss (Tülle) zu stellen, welche den ganzen, oder besser den halben Tagesbedarf an Milch enthält. (Fig. 49.) Die für den jeweiligen Gebrauch erforderliche Menge wird aus der am kühlen, staubfreien Ort aufbewahrten Kanne direct in die Saugflaschen geschüttet. Je frischer die zu sterilisirende Milch ist, je weniger Keime sie enthält, um so grösser ist ihre Haltbarkeit. Milch, welche älter als ungefähr 5 Stunden ist, sollte nicht mehr für die Zwecke der Kinderernährung sterilisirt werden. Selbstverständlich müssen die Gefässe, aus welchen die Milch genossen wird, also bei Kindern die Saugflaschen, die Saughütchen etc., durch tägliches Auskochen gründlichst gereinigt werden. Kanne.

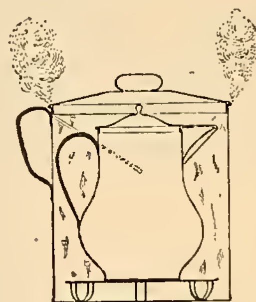


Fig. 49. Apparat mit Kanne zum Sterilisiren des ganzen Tagesbedarfes an Kindermilch.

Für Kinder, welche nicht an der Mutterbrust genährt werden können, bietet die Kuhmilch den besten Ersatz, trotzdem sie in ihrer Zusammensetzung von der Muttermilch nicht unwesentlich abweicht. Die Muttermilch enthält an Eiweissstoffen 2,24 % (Kuhmilch 3,41), Fett 3,8 (3,6), Milchzucker 5,2 (4,8), Asche 0,3 (0,71); 1 Liter Muttermilch enthält etwa 620 Kalorien. Ausserdem ge-

rinnt das Kasein der Kuhmilch im Magen zu viel gröberen Flocken als das der Frauenmilch. Die erwähnten Differenzen verschwinden zum grossen Theil, wenn man die Kuhmilch mit gleichen Theilen einer 7 % Milchzuckerlösung versetzt. In der Mischung sind dann enthalten 1,7 Eiweiss, 1,9 Fett, 6,09 Milchzucker und 0,36 Asche. Der erhöhte Wassergehalt (100 Wasser zu 1,7 Eiweiss) bewirkt lose Kaseinflocken.

Diese Mischung (Heubner-Hofmann) ist der früher vielfach üblich gewesenen und je nach dem Alter des Kindes verschieden starken Verdünnung der Kuhmilch entschieden vorzuziehen.

Einen Monat alte Kinder erhalten täglich 8 Portionen von 75 g der Mischung, zwei bis drei Monate alte Kinder 7 Portionen zu ungefähr 120 g, und Kinder von drei bis neun Monaten erhalten 6 bis 8 Portionen zu 150 g. Vom neunten Monat ab kann dann allmählich zur Vollmilch übergegangen werden. Müssen Kindern Schleimabkochungen (Haferschleim etc.) aus ärztlichen Gründen gegeben werden, so ist nicht zu vergessen, dass dieselben nur ungefähr 1—2 % feste Substanzen, also Zucker und Stärke, und gegen 98 % Wasser enthalten.

Unter den Milchconserven nimmt die „condensirte Milch" die erste Stelle ein. Sie wird erzeugt durch Wasserverdunstung im Vacuum unter Zuckerzusatz. Die Milch wird hierbei bis auf 1/4 und weniger ihres ursprünglichen Volumens reducirt. Die früher vielfach üblichen Milchconserven (Scherf'sche Milch etc.) haben durch die Einführung der sterilisirten Milch erheblich an Bedeutung verloren.

D. Die Butter und die Kunstbutter.

Butter ist das zusammengeballte Milchfett. Man lässt entweder die Vollmilch in kühlen Räumen stehen, wobei der Rahm zu ungefähr 83 % sich oben absetzt, oder man bringt die Milch in Centrifugen, welche 3000 und mehr Umdrehungen in der Minute machen; hierbei wird die schwere Magermilch an die Peripherie geschleudert, während das leichte Fett in der Nähe der Achse bleibt; an beiden Stellen sind Röhren angeordnet, welche die Magermilch einerseits, den Rahm andererseits abführen. (Fig. 50.) Die so entstandene Magermilch enthält höchstens 0,5 % Fett. Der direct verarbeitete Rahm liefert die Süssrahmbutter. Wird das Eintreten der Milchsäuregährung abgewartet, so entsteht die gewöhnliche Butter.

Die Butter enthält 12 % Wasser, 87 % Fett, 0,5 % Kasein, 0,5 % Milchzucker und Salze. Durch Einkneten kann man der Butter reichlich Wasser und Milch beimischen, wodurch sie

minderwerthig und der Gefahr des Ranzigwerdens in erhöhtem Masse ausgesetzt wird. Ranzig heisst die Butter dann, wenn sie unangenehm riechende und schmeckende freie Fettsäuren und Oxyfettsäuren enthält. Das Ranzigwerden lässt sich durch Abschluss von Licht und Luftsauerstoff verhindern.

Um den Gehalt der Butter an Fett zu bestimmen, mischt man eine abgewogene Menge Butter mit Sand, trocknet bei 110°, erhält so den Gehalt an Wasser und extrahirt nach der von Soxhlet angegebenen Methode mit Aether, verjagt diesen und hat als Rückstand das reine Butterfett. Weniger genaue, aber meistens ausreichende Resultate erzielt man durch Erwärmen der Butter, unter Umrühren und Bestimmung des verdampfenden und des sich unten absetzenden Wassers, der Salze und Milchbestandtheile. Beimengungen von fremden Fetten geben sich zu erkennen durch den grösseren Gehalt an höheren Fettsäuren; ihre Bestimmung ist schwierig und sollte nur von Sachverständigen (Nahrungsmittel - Chemikern) ausgeführt werden. Eine gesundheitlich indifferente Färbung der Butter wird durch Orlean bewirkt. Fettbestimmung.

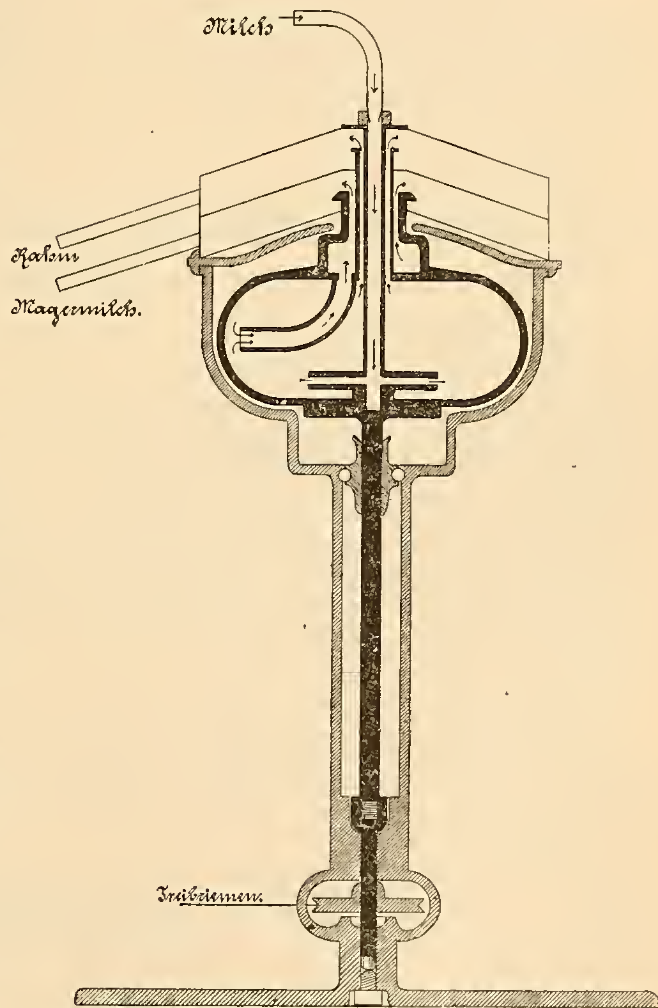


Fig. 50. Milch-Centrifuge nach de Laval.

Während man vor dem Genuss ungekochter Milch, der Tuberkulose-infection wegen, warnt, ist man bezüglich der Butter viel weniger vorsichtig. Durch das Centrifugiren gehen die specifisch schweren Tuberkelbacillen zum grossen Theil in die Magermilch, die Infectionsgefahr bezüglich der Butter wird somit verringert; völlig beseitigt wird sie jedoch erst durch die vorhergehende Erwärmung der Milch auf 75° (Pasteurisirung), wie sie früher schon bei der Butterbereitung nach Becker geübt wurde und später wiederum von Bitter gefordert wird. Nach

den angestellten Untersuchungen scheinen die Tuberkelbacillen in der Butter seltener zu sein als in der Milch.

Kunstbutter.

Der hohe Preis der Butter veranlasste schon Napoleon I., die Fabrikation von Kunstbutter anstreben zu lassen. Man stellt dieselbe jetzt her, indem man sehr fein zerschnittenes Nierenfett bei etwa 45° ausschmilzt und dasselbe stehen lässt; hierbei scheidet sich das krystallisirbare Fett aus und wird das Stearin vollständig, das Palmitin grösstentheils durch das nun folgende Abpressen entfernt. Das zurückbleibende „Oleomargarin" ist eine ölartige, der geschmolzenen Naturbutter ähnliche Flüssigkeit von mildem angenehmen Geschmack. Zu demselben wird, um Kunstbutter zu bereiten, ein in ganz ähnlicher Weise behandeltes Schweinefett sowie Baumwollsamenöl und 10 % Sesam-Oel hinzugegeben, mit Kuhmilch bezw. Buttermilch emulgirt und gepresst. Die Verdaulichkeit der Margarine, ihre Verwendbarkeit zur Speisebereitung ist eine gute, ihr Preis um fast die Hälfte geringer als der der Butter. Da ihre Herstellung bei niedriger Temperatur vor sich geht, ist für die Benutzung guter, nicht infectionsverdächtiger und appetitlicher Rohmaterialien Sorge zu tragen; im Uebrigen aber ist die ausgiebige Verwendung der Margarine vom hygienischen Standpunkte aus nur zu empfehlen. Das Reichsgesetz vom 15. 6. 97. ordnet die Kennzeichnung der Oleomargarin-Präparate als solcher und den Verkauf in besonderen Lokalitäten an. Zum Nachweis der Margarine dient das zugesetzte Sesamöl, welches mit Salzsäure und Furfurol geschüttelt, Rothfärbung entstehen lässt. Margarineschmalz ist Oleomargarin mit 10—15 % Baumwollsamenöl, dem noch etwas chemisch reine Buttersäure zugesetzt ist. Das Oel macht das Präparat resistenter.

Buttermilch.

Die Buttermilch ist in ihrer Zusammensetzung der Magermilch gleich, enthält indessen etwas weniger und zuweilen in Flocken zusammengeballtes Kasein (3 %). Beide Milcharten sind wegen ihres hohen Eiweissgehaltes (30—35 g im l) und wegen ihres niedrigen Preises für die weniger wohlhabenden Klassen vorzügliche Nahrungsmittel, welche reichliche Verwendung zu finden verdienen. Wegen des nicht unbeträchtlichen Säuregehalts wird die Buttermilch nicht von allen Personen gut vertragen; sie hat eine leicht abführende Wirkung.

E. Der Käse.

Unter Käse versteht man das aus der Milch abgeschiedene und durch weitere kunstgemässe Behandlung veränderte Kasein. Durch Fällung des Kaseins aus frischer Milch mittels Lab er-

hält man den Süssmilchkäse; mittels der spontanen Kaseingerinnung gewinnt man Sauermilchkäse. Hartkäse ist im Gegensatz zum Weichkäse bei höherer Temperatur coagulirt und stark gepresst. Aus Magermilch entsteht der Magerkäse (z. B. Kuhkäse, Parmesankäse), aus Vollmilch, durch den Fetteinschluss, der Fettkäse (z. B. Limburger, Edamer); giebt man überdies Rahm hinzu, der überfette oder Rahmkäse (z. B. Neuschateller, Brie-Käse). Es enthält durchschnittlich: der Magerkäse 32 % Eiweiss, 10 % Fett, der Fettkäse 25 % Eiweiss, 30 % Fett, der Rahmkäse 20 % Eiweiss, 40 % Fett. Käsearten.

Man nimmt an, dass die Reifung des Käses in einer Umwandlung des Kaseins besteht, wobei flüchtige Fettsäuren, Ammoniak etc. gebildet werden; eine Umsetzung des Eiweisses in Fett, wie man früher glaubte, findet dabei nicht statt.

Kunst- oder Margarinekäse entsteht durch Emulgirung von Oleomargarine und anderen Fetten mit Magermilch; die so künstlich hergestellte Vollmilch wird durch Lab zur Gerinnung gebracht und nach den Regeln der Käserei zu den verschiedensten Käsen weiter verarbeitet. Der Kunstkäse ist von dem echten Käse im Geschmack nicht zu unterscheiden, und ihm im Nährwerth gleich.

Der Käse enthält für relativ wenig Geld eine grosse Menge Eiweiss und Fett, eignet sich daher zur Volksnahrung in hohem Grade. Manche Arten, insbesondere die harten Käse, bedürfen einer längeren Zeit zur Verdauung und können daher belästigend wirken, wenn auch die Ausnutzung eine gute ist; das Fett und Eiweiss wird zu 90 %, der Milchzucker völlig resorbirt. Man geht wohl nicht fehl, wenn man die hier und da auftretenden Käsevergiftungen auf Bacterientoxine zurückführt. Der Gehalt einiger Käsearten an saprophytischen Bacterien ist ein hoher, ohne dass dadurch eine gesundheitliche Schädigung entsteht. Verwendbarkeit.

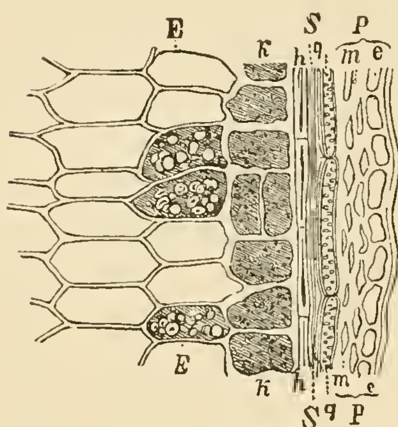
Die pflanzlichen Nahrungsmittel.

F. Das Brot.

Das Brot wird aus dem Mehl des Getreides, hauptsächlich des Roggens und dann des Weizens gewonnen. Mehl enthält gegen 14 % Wasser, 2 % Fett, 12 % Eiweiss, 67 % Stärke, 3 % Cellulose, 2 % Asche. Man unterscheidet Schrot- und Feinmehle. Bei den feineren Schrotmehlen besitzen etwa 5 % der Mehlfragmente Durchmesser, die zwischen 2 und 1,25 mm, etwa 23 %, die zwischen 1,25 und 0,5 mm, etwa 30 %, die zwischen 0,5 und 0,2 mm schwanken, und 42 % Durchmesser unter 0,2 mm. Mehl.

Die groben Schrotmehle enthalten zwischen 10 % und 20 % Fragmente mit Durchmessern von 2—4 mm. Die feinen Mehle der Kunstmühlen bestehen aus Partikelchen, deren Durchmesser nicht über 0,5 mm betragen, ungefähr 8 % haben Durchmesser von 0,5—0,2 und 92 % unter 0,2 mm (Lehmann). Die groben Schrotmehle werden schlechter ausgenutzt als die Mehle mit Durchmessern unter 0,5 mm, welche sehr gut ausgenutzt werden. Das Eiweiss liegt zum Theil in dickwandigen Zellen der Kleberschicht gleich unter der Oberhaut, zum Theil aber liegt es zwischen den Stärkekörnchen, welche, in dünnwandigen Zellen eingeschlossen, den Hauptheil des Kornes bilden; im Keime finden sich das Sameneiweiss und das Fett. (Fig. 51.) Im ungereinigten Getreide beträgt der Gesammtgehalt an Schmutz und giftigem und ungiftigem Unkrautsamen etwa 2 %, durch das Reinigen sinkt derselbe auf ungefähr 0,3 % herab. Das Mutterkorn, das sclerotium von claviceps purpurea, welches früher dem Mehle oft in grösseren Mengen beigemischt war, wird jetzt entweder vor dem Mahlen behufs Gewinnung ausgelesen, oder es wird durch die maschinellen Einrichtungen der besseren Mühlen so gut wie vollständig entfernt, ausserdem wird seine schädigende Wirkung durch das Backen wesentlich verringert; die Kriebelkrankheit dürfte kaum mehr vorkommen. Die Samen des Taumellolchs, der Kornrade, des Wachtelweizens, des Rhinanthus u. a. werden ebenfalls durch gute Reinigungsmaschinen entfernt. In den nördlichen und westlichen Bezirken Deutschlands, wo bei ungenügender Reinigung des Getreides das Brot aus grobem Schrotmehl hergestellt wird, findet sich die Kornrade häufig in grossen Mengen, ohne dass bis jetzt eine Gesundheitsschädigung durch dieselbe bekannt geworden ist, wahrscheinlich deshalb, weil das Gift sowohl durch die Erhitzung als durch die Säure des Brotes zerstört wird; mehr als 0,5 % Kornrade oder 0,2 % Mutterkorn sollen im Mehl nicht vorkommen (Lehmann). Die Samen der Rhinanthaceen färben das Brot blau.

Verunreinigungen.



Figur 51. Querschnitt eines Weizenkornes (nach Vogl.) P ist die Fruchthaut mit der äusseren Oberhaut e, der Mittelschicht m, der Querzellenschicht q; S ist die Samenhaut; h eine Lage leerer Zellen; k die Kleberzellen; E Endospermzellen mit den Stärkekörnchen.

Verfälschungen.

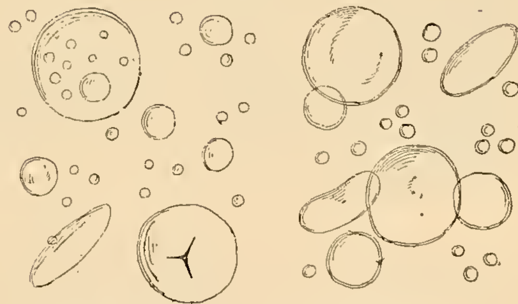
Das Mehl wird verfälscht durch Zusatz billigerer Mehlsorten; die mikroskopische Untersuchung der Stärkekörner giebt darüber

Aufschluss. Einige der gangbarsten Stärkearten sind hierunter im Bilde wiedergegeben. (Fig. 52—56.) Lagert Mehl feucht und warm, so verändert sich der Kleber und verliert an Klebrigkeit, das Mehl ist nicht mehr backfähig.

Zur Brotgewinnung werden 100 Theile Mehl mit 75 Theilen Wasser und etwas Salz, sowie Hefe oder Sauerteig, d. h. in Gährung befindlichem, altem Brotteig, zu Teig verarbeitet und einige Zeit bei 25—30° stehen gelassen. Bei dieser Temperatur wird der im Mehl enthaltene oder durch ein diastatisches Ferment frisch gebildete Zucker durch Bacterien- und Hefewirkung in Kohlensäure, Alkohol, Milchsäure etc. umgesetzt. Die Hefe des Sauerteiges ist hauptsächlich saccharomyces minor (Engel); die im Sauerteig vorkommende, unter CO_2- und H-Entwickelung lebhafte Gährung erzeugende Bacterienart ist der bac. levans, Brot.



Fig. 52. Kartoffelstärke. Charakterisirt sich durch die muschelschalenartige Form und Anordnung der Schichten.



Roggenstärke und Weizenstärke sind sich sehr ähnlich. Die Roggenstärke ist in den voll ausgewachsenen Körnern etwas grösser und hat oft einen deutlich erkennbaren, linear-dreieckig und kreuzweise gestreiften Nabel.

Fig. 53. Roggenstärke. Fig. 54. Weizenstärke.

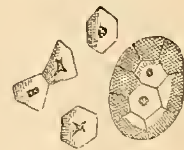


Fig. 55. Reisstärke. Die einzelnen grösseren, länglichen Körner setzen sich aus einer grossen Zahl kleiner, polygonaler, oft scharfkantiger und mit Kernhöhle versehener Körnchen zusammen.



Fig. 56. Haferstärke. Sie ist der Reisstärke ähnlich, jedoch sind die Conglomerate etwas kleiner als beim Reis, die Theilkörnchen rundlicher und ohne Höhle.

welcher mit dem bact. coli com. entweder identisch oder sehr nahe verwandt ist. Die Kohlensäure, sowie der von dem bac. levans gebildete Wasserstoff lagern in kleinen Bläschen zwischen den durch den Klebergehalt zähen Teigmassen. Wird der Teig

in den ungefähr 200° heissen Ofen geschoben, so dehnen sich die Gase, welchen verdunstender Alkohol und Wasser beigemischt werden, aus, und es entstehen kleinere und grössere Hohlräume; das Brot wird locker und damit für die Einwirkung des Magensaftes leicht zugängig. Die schweren, porenarmen Roggenschrotbrote haben zwischen 28 und 50%, die aus feinem Weizenmehl hergestellten Brote zwischen 73 und 83% Porenvolumen. Die in der Hefe und dem Sauerteig enthaltenen Bacillen der Butter- und Essigsäuregährung bedingen hauptsächlich die saure Reaction mancher Brotarten. Die in 100 g Weizenbrot enthaltene Säure übersteigt 2 bis 3 ccm Normalsäure selten, in 100 g Roggenbrot aber findet sich zuweilen eine Acidität von 10, ja 15 ccm Normalsäure (Lehmann); trotzdem wird stark saures Brot gut ausgenutzt, jedoch belästigt es bei vielen Personen den Magen, reizt zu saurem Aufstossen, erzeugt Blähungen, kurz, ist nicht so gut bekömmlich als nicht- oder schwachsaures Brot. Die Gewöhnung thut hier viel. Man kann durch Zusatz von Ammoniumcarbonat, von Natriumcarbonat und Salzsäure etc. oder durch directes Eintreiben von CO_2 ebenfalls ein Aufgehen des Teiges erreichen, jedoch haben darauf gerichtete Bestrebungen nicht zu allgemeinen Erfolgen geführt. Die Hygiene verlangt derartiges Brot nicht, weil reine Hefe erhältlich ist, und weil durch den Backprocess jedes Leben in dem Brot getödtet wird, ausserdem schmeckt Brot aus gegohrenem Teig besser. Durch das Backen wird die Stärke in Kleister, Dextrin und Gummi umgesetzt, das Eiweiss zum Gerinnen gebracht.

Es enthält:

	Wasser	Eiweiss	Fett	Stärke	Cellulose	Asche
Weizenbrot	47,5	6,8	0,8	43,3	0,4	1,2
„ „ grob	41,0	6,2	0,2	50,8	0,6	1,1
Roggenbrot	44,6	6,0	0,5	47,8	0,3	1,3
Pumpernickel	43,4	7,6	1,5	45,1	0,9	1,4

Das Porenvolum der nur aus feinem Mehl hergestellten Brote beträgt gegen 80%, das der Schrotmehlbrote gegen 28%.

Kleie im Brot.

Je weniger Kleie in das Brot hineingebacken wird, um so weisser wird es, während der Eiweissgehalt nicht wesentlich gesteigert wird. Wenn die Kleie sehr fein zermahlen ist, wodurch die Kleberzellen zum Theil geöffnet werden, wird ein grösserer Theil des darin enthaltenen Eiweisses resorbirt; dahingegen regt die Kleie die Peristaltik an, und die Ausnutzung des Brotes wird dadurch geringer.

Nach Rubner betragen die Ausnutzungsverluste in Procenten:

	an Trockensubstanz	Eiweiss	Kohlenhydrate ohne Cellulose	Asche
Brot aus feinstem Mehl (30% des Korns)	4,0	20	1,0	14,3
Brot aus Mittelmehl (78% des Korns)	6,7	24,6	2,36	30,3
Brot aus ganzem Korn 95% des Korns)	19,2	30,5	5,70	45,0

Je mehr also das Korn ausgemahlen ist, also je mehr Kleie es enthält, desto schlechter wird das aus demselben bereitete Brot resorbirt. Der bei der Stärkefabrikation als Nebenproduct gewonnene Kleber, Aleuronat, ist leicht verdaulich und eine billige Eiweissquelle; er wird als Zusatz zu Brot und anderen Speisen verwendet. Gutes Brot ist gleichmässig aufgegangen, also weder wasserstreifig — wodurch es schwer verdaulich wird — noch von zu grossen Hohlräumen durchsetzt. Die Krume soll elastisch weich, die Rinde gleichmässig dick, leicht braun und glatt sein.

Die übrigen Mehlpräparate, Zwieback, Klösse, Macaroni etc., werden ebenso gut ausgenutzt wie das Brot.

Schädigungen.

Um Mehl, dessen Kleber seine bindende Eigenschaft eingebüsst hat, wieder backfähig zu machen, wird Kupfersulfat, Zinksulfat, Alaun oder Kalkwasser zugesetzt. Diese Zusätze sind als nicht indifferente Adstringentien nicht zu gestatten. Zur Bereitung von Nahrungs- und Genussmitteln, von Konditorwaaren, dürfen giftige Farben nicht verwendet werden (siehe Seite 124).

Ob schimmeliges Brot Gesundheitsschädigungen bewirkt, ist noch unentschieden — für einzelne Schimmelarten ist der Gegenbeweis geliefert —, dahingegen ist solches Brot unappetitlich und minderwerthig, weil ein erheblicher Theil der Kohlenhydrate in Kohlensäure umgewandelt ist.

Die Stelle, welche in Deutschland der Weizen und Roggen einnimmt, wird in anderen Gegenden vom Reis und Mais ausgefüllt; Brot lässt sich jedoch wegen des geringen Klebergehaltes nicht gut daraus backen. Der Mais wird hauptsächlich als Brei — Polenta — genossen. In einigen Bezirken des südlichen Mitteleuropas, insonderlich in Norditalien, tritt nach dem Genuss unreifen und verdorbenen Maises eine Krankheit in grosser Ausdehnung auf, die Pellagra, welche mit Fieber, Verdauungsstörungen und rosenartigen Hautentzündungen beginnt und unter

nervösen, paralytischen oder psychischen Symptomen in mehreren Jahren zum Tode führt. Die eigentliche Ursache der Pellagra ist noch nicht bekannt.

G. Die Leguminosen

enthalten in 100 Theilen 14,5 Theile Wasser, 21,5 Eiweissstoffe, 1,7 Fette, 53,2 Kohlenhydrate, 5,5 Cellulose und 2,6 Asche. Die Abbildung (Fig. 57 nach Sachs) zeigt die Anordnung der feinen Leguminkörnchen und der weit grösseren Stärkekörner. Die dicken, aus Cellulose bestehenden Schalen der Hülsenfrüchte sind werthlos für die Ernährung, durch stärkere Anregung der Darmbewegungen sogar schädlich; sie werden besser entfernt (Split- oder Schälerbsen). Die Hülsenfrüchte nehmen beim Kochen Wasser auf; in der Erbsensuppe sind nicht mehr als 10—20, im Erbsenbrei 20—30 $^0/_0$ feste Bestandtheile, statt der 85 $^0/_0$, welche sich in den getrockneten Erbsen finden. Danach ist die Nahrhaftigkeit dieser Speisen zu beurtheilen. Das Legumin ist fast ebenso gut ausnutzbar wie der Kleber. Der Verlust beträgt 17 $^0/_0$; die Kohlenhydrate werden sehr gut, bis auf 3,6 $^0/_0$ resorbirt. Am wenigsten werden die Linsen ausgenutzt, da ihre feste Schale durch den Kochprocess und die Verdauung nicht immer in ausreichendem Masse geöffnet wird.

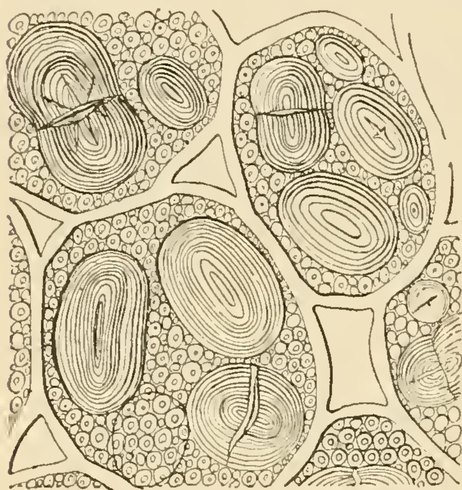


Fig. 57. Schnitt durch den Keim einer Erbse.

Hülsenfrüchte, z. B. Erbsen, mit ihrem Gehalt an Eiweiss und Kohlenhydraten bedürfen des Fettes, um eine gute Nahrung zu bilden; sie geben mit Speck oder Salzschweinefleisch eine Kost, welche von Tausenden von Seeleuten jahraus jahrein, wöchentlich mindestens 3 mal, oft 6—7 mal genossen und jeder anderen Seekost vorgezogen wird.

Wenn die Hülsenfrüchte auf dem Lande sich nicht derselben Beliebtheit erfreuen, so liegt das daran, dass man dort dass Eiweiss und die Kohlenhydrate in angenehmerer Form leicht und billig haben kann. Betrachtet man die Hülsenfrüchte aber als Präserven, so stellen sie eins der allerbesten Nahrungsmittel dar.

Die Erbswurst ist eine Mischung von gekochten Erbsen und Fett; in kochendes Wasser gegeben, gewährt sie in wenigen

Minuten eine volle Kost. Für besondere Zwecke und Gelegenheiten (Kriegsverhältnisse) ist sie vorzüglich; aber sie widersteht bald und wird leicht ranzig.

Verfälschungen kommen bei Hülsenfrüchten nicht vor; durch Feuchtigkeit verderben sie, indem sie muffig werden; locale Gelbsuchtepidemien sind schon mehrere Male mit dem Genuss derartiger Erbsen in Zusammenhang gebracht worden.

H. **Die Gemüse.**

Unter den Gemüsen, welche man in Wurzel-, Schoten- und Blattgemüse eintheilen kann, übertrifft alle an Werth die Kartoffel.

Kartoffel.

Sie enthält 75,5 Theile Wasser und 24,5 Theile feste Substanz; davon sind 2,0 Stickstoffkörper (die eine Hälfte besteht aus Eiweiss, die andere aus Amidosubstanzen), 0,1 Fett, 21,0 Kohlenhydrate und 1,4 Cellulose und Asche. Durch das Kochen quellen die Stärkekörner, und das Cellulosenetz, welches sie birgt, wird gesprengt; daher sind mehlige Kartoffeln besser ausnutzbar als Salatkartoffeln. Die Ausnutzung beträgt, wenn nicht mehr als 600 g genossen werden, für das Eiweiss 68, für das Amylum 92 %.

Die Kartoffel ist eine vorzügliche Quelle für Kohlenhydrate, sie gewährt mit Eiweiss, z. B. Fleisch oder Käse, und Fett eine gute Nahrung, eignet sich indessen nicht zur Eiweissentnahme. Wie sehr die Kartoffel verdient Volksnahrungsmittel zu sein, folgt daraus, dass man für 1 M. 14874 Kalorien kaufen kann; und dieser billige Kauf ist möglich, weil die Kartoffel mit jedem Boden fürlieb nimmt und die grössten Erträge liefert. Nach einer älteren Zusammenstellung (Boussingault) liefert 1 Hektar Land, bebaut mit Weizen, Roggen, Erbsen, Kartoffeln je 510, 440, 550, 950 Pfund Eiweiss, nebst je 1590, 1496, 780, 6840 Pfunden Stärke und 90, 62, 60 und 323 Pfunden Salze.

In den tropischen Ländern wird an Stelle der Kartoffel die Yams und Batate genossen. Erstere ist das Rhizom von Dioskoreen-, letztere von Convolvulaceen-Arten. Diese Wurzeln enthalten über 20 % Kohlenhydrate und bis zu 3 % Eiweiss. In Yamswurzeln findet sich ein Gift, welches durch Kochen und Rösten entfernt oder zerstört wird.

Yams, Bataten.

Die übrigen Wurzelgemüse, Rüben, Möhren, Kohlrabi, Schwarzwurzeln etc., enthalten gegen 1—2 % stickstoffhaltige Substanzen und 2—6 % Stärke und Zucker. Ihr Nährwerth ist also nach dieser Richtung hin gering.

Wurzelgemüse.

Schotengemüse.

Die Schotengemüse: grüne Erbsen, Schnittbohnen, Salatbohnen, etc. haben gegen 4 % Stickstoffsubstanzen und 6—12 % Kohlenhydrate.

Blattgemüse.

Unter den Blattgemüsen nehmen die Kohlarten die erste Stelle ein; dann folgen die Salate, Spinat etc. Ihr Gehalt an Eiweiss und Kohlenhydraten ist noch geringer als bei Rüben und Möhren. Weisskraut hat z. B. 91 % Wasser, 0,6 % Eiweiss und 4,2 % Kohlenhydrate, Sauerkraut hat 92 % Wasser, 0,3 % Eiweiss und keine Kohlenhydrate, statt derselben aber 1,2 % freie Säure, die durch einen dem bact. coli ähnlichen Bacillus erzeugt wird.

Obst.

Das Obst zeichnet sich durch einen höheren Zuckergehalt, bis zu 10 % aus.

Pilze.

Die essbaren Pilze, Champignon, Steinpilz, Morchel, Trüffel, Pfifferling, Kaiserling, Reizker etc., haben den Ruf, sehr eiweissreich zu sein. Das gilt indessen nur für die getrocknete Waare. Die frischen oder die gekochten Pilze enthalten kaum 3 % stickstoffhaltige Substanz, von welcher noch ein grosser Theil auf Amidosäuren und ähnliche Verbindungen entfällt; gegen 33 % des Eiweisses werden überdies nicht ausgenutzt.

Diätetischer Werth der Gemüse.

Der diätetische Werth der Gemüse, mit Ausnahme der Leguminosen und Kartoffeln, ist hauptsächlich bedingt durch ihren Gehalt an vegetabilischen Salzen, an Zucker, Pflanzensäuren und aromatisch-ätherischen Stoffen, welche für die Anregung des Appetits und der Verdauung wichtig sind. Werden Gemüse längere Zeit nicht gereicht, so entsteht der Scorbut.

Die Genuss- und Reizmittel.

Hierhin gehören die Gewürze im engeren Sinne, einige Alkaloide und die alkoholischen Getränke. Ueber die allgemeine Wirkung der Genussmittel siehe auch Seite 125.

J. Die Gewürze.

Das gebräuchlichste Gewürz ist das Kochsalz; es erregt eine lebhafte Ausscheidung des Magen- und Darmsaftes. Andererseits ist nicht ausgeschlossen, dass das eingeführte Kochsalz bei der Aufnahme der Kalisalze eine Rolle spielt, indem es zu Chlorkalium umgesetzt wird und die Natronverbindungen des Körpers vor Umwandlung in die Kaliverbindungen schützt.

Essig ist eine 4 % Essigsäurelösung; er corrigirt den Geschmack und wirkt auf die Peristaltik. Im Senf ist das Senföl, Rhodanallyl, im Pfeffer ein Harz, das Pfefferöl und das Piperin,

im spanischen Pfeffer (capsicum annuum) ein Kampfer, in der Vanille ein kampferähnlicher Körper, das Vanillin, im Zimmt, in der Muskatnuss, den Gewürznelken, dem Ingwer, Anis, Fenchel, Kümmel etc. ist ein ätherisches Oel der wirksamste Bestandtheil.

K. **Die alkaloidhaltigen Genussmittel.**

Hierhin gehört der Kaffee, der Thee, der Cacao, der Paraguaithee, die Coca, der Betel, der Tabak.

Die Kaffeebohne enthält ausser 10 % Stickstoffsubstanzen und 6 % Salzen gegen 10 % Fett, ungefähr ebensoviel Zucker, 1 % Koffein und 2 % an Kali gebundene Gerbsäure.

Bereitung und Wirkung.

Durch das Rösten des Kaffees bei 200—250 ° wird ein Theil des Zuckers in Caramel, welcher die Bohne braun färbt, ein Theil des Fettes in Koffeol, ein stark aromatisches Oel, verwandelt; ferner entstehen angenehm riechende und schmeckende Producte der trockenen Destillation. Diese Körper und das Koffeol haben wohl den angenehmen Geschmack, aber nicht die Wirkung des Kaffees, welche allein dem Koffein zukommt. Ein Theil der Riechstoffe, ferner das Koffein und das Koffeol, die Salze und ein Theil der Gerbsäure gehen in kochendes Wasser über. Der so bereitete Kaffee wirkt erregend: Die Stimmung wird besser, gehobener, die Energie wird gestärkt, ohne dass die Excitation von einer merklichen Depression gefolgt ist. Die Kalisalze wirken auf das Herz ein, auch die Diurese wird vermehrt. Nährend sind nur der zugesetzte Zucker und die Milch. Die häufigste Verfälschung des Kaffees besteht in dem Zusatz von gebrannten Cichorienwurzeln. Eicheln, Feigen etc. Die Verfälschung lässt sich unter dem Mikroskop aus der Beimischung der fremden Pflanzentheile und an dem erheblich erhöhten Zuckergehalt erkennen. Allen Surrogaten fehlt der wirksame Stoff, das Koffeïn.

Verfälschung.

Der Thee, die Blätter von thea chinensis, enthält 1—2,5 % Theïn, ein dem Koffeïn anscheinend identisches Alkaloid, und 0,5—1,0 % eines ätherischen Oeles, ausserdem Gerbsäure und viel Kalisalze. Siedendes Wasser, 5 Minuten über Theeblättern gestanden, entzieht ihnen das wirksame Theïn und das angenehm riechende und schmeckende, aber sonst wirkungslose Oel, während es die Gerbsäure zum grössten Theil darin zurücklässt. Die Wirkung des Thees ist der des Kaffees fast gleich, jedoch etwas schwächer. Verfälscht wird der Thee durch Beimischung schon extrahirter Theeblätter oder ähnlich geformter Weiden-, Schlehen- und anderer Blätter. Der zu geringe Theïngehalt, sowie die abweichende Form der Blätter lassen die Fälschung erkennen.

Bereitung und Wirkung.

Cacao ist die Frucht von Theobroma Cacao. In 100 Theilen finden sich 50 Theile Fett, Cacaobutter, 15 Eiweiss, 18 Kohlenhydrate, 3 Salze und 1,2 Theobromin, ein dem Koffeïn sehr nahestehendes Alkaloid, und etwa 10 % Wasser. Die von den Hülsen befreite, gegohrene, geröstete, gemahlene und der Hälfte ihres Fettes beraubte Frucht kommt entweder in dieser Form

Cacao und Chokolade.

als Cacao, oder mit Zucker (bis zu 60 %), sowie Gewürzen versetzt als Chokolade zur Verwendung.

Wirkung.

Die anregende Wirkung des Theobromins ist geringer als die des Koffeïns; dahingegen haben Cacao oder Chokolade wegen des Fettes, des Eiweisses und der Kohlenhydrate einen nicht unbeträchtlichen Nährwerth. In einer Tasse Cacao, zu welcher 15 g Pulver verwendet wurden, sind 2 g Eiweiss, 4 g Fett und 4,5 g Kohlenhydrate enthalten. Der lösliche Cacao wird bereitet durch Einbringen des Cacaopulvers in eine schwache Lösung von kohlensaurem Natron und Magnesia und nachfolgendes Trocknen (holländische Methode), oder durch Behandlung mit Ammoniak, oder durch Dampfdruck. Das Mikroskop erweist eventuell fremde Zusätze zum Cacaomehl.

Der Paraguaithee oder Mate enthält das Koffeïn, die bitteren Stoffe, die Gerbsäure und das ätherische Oel der Blätter und feinen Zweige von ilex paraguayensis. Das zuerst nicht angenehm und bitter schmeckende Getränk mundet bald und theilt mit dem Thee die sanft erregende Wirkung.

In vielen Gegenden Südamerikas vertritt der Mate vollständig den Thee, während in den Staaten Centralamerikas das Kauen der Cocablätter den Eingeborenen in eine angenehme Erregung versetzt, welche ihn für einige Zeit Müdigkeit, Hunger und Durst weniger empfinden lässt. Wahrscheinlich ist hier das Cocaïn der wirksame Bestandtheil.

Ein ähnliches, minder stark wirkendes Genussmittel, der Betel, wird in Indien, den angrenzenden Ländern und Inselgruppen von vielen Millionen von Menschen benutzt. Stückchen der Arekapalmnuss werden in mit Kalk bestrichene Stücke der Blätter des Betelpfeffers eingewickelt und gekaut. Den Ungeübten befällt zunächst eine Art Rausch, wie nach dem Genuss sehr schwerer Cigarren, bald jedoch macht dieses Symptom einer angenehmen Erregung ohne nachfolgende Depressionserscheinungen Platz.

Alle die erwähnten Mittel haben, wenn sie in mässiger Menge genossen werden, keine schädigende Wirkung, im Uebermass allerdings bedingen sie Störungen nervöser Natur, welche sich gemeiniglich zunächst in Herzpalpitationen äussern.

Der Tabak, die Blätter von Nicotiana tabacum, wirkt durch die in den Speichel gelangenden, dem Tabaksrauch ent-

stammenden Stoffe und die eingeathmeten gasigen, in der Luft enthaltenen Verbrennungsproducte. Durch den Verbrennungsprocess verflüchtigen sich brenzliche Producte, ein Theil des Nicotins und des Tabakkampfers oder Nicotianins; es bilden sich die unangenehm riechenden und schmeckenden Pyridinbasen, welch letztere in dem „Tabakssaft“ hauptsächlich enthalten sind. Durch das Verschlucken der erwähnten Producte mit dem Speichel, insonderlich des Nicotins und Nicotianins, entsteht eine leichte Intoxication mit ihren bekannten Folgen. Die Gewöhnung an das Gift geschieht leicht, und statt der Intoxicationserscheinungen treten leichte, angenehme Excitationszustände auf. Wird nicht zuviel geraucht, so schädigt der Tabak gesunde Individuen nicht. Starke Raucher hingegen leiden gewöhnlich an Rachencatarrh und nicht selten an nervösen Störungen, neurasthenischen Beschwerden, Herzpalpitationen und dergl. Die Einathmung des Tabakrauches allein kann genügen, bei zarteren Personen, die sich an den Tabak nicht gewöhnt haben, Kopfschmerz, Angstgefühl oder Ohnmachtsanwandlungen zu erzeugen. Wirkung.

L. Die alkoholischen Genussmittel.

Der Branntwein wird gewonnen durch die Alkoholgährung zuckerhaltiger Früchte (Weintrauben, Pflaumen, Zuckerrohr) oder gährfähig gemachter Stärke (Korn, Kartoffeln, Reis) und die Destillation des gewonnenen Alkohols. Dieser besteht zu 85% aus Aethylalkohol, in dem Rest sind hochatomige Alkohole (Propyl-, Butyl-, Amylalkohol) enthalten, die mit dem Sammelnamen Fuselöle bezeichnet und von Manchen auch in geringen Quantitäten als gesundheitsschädlich angesehen werden. Der Durchschnittsgehalt des Trinkbranntweines an denselben beträgt ungefähr 0.1%. Man bestimmt ihre Menge durch Schütteln einer Probe des Branntweines mit reinstem Chloroform in enger Bürette. Das Chloroform nimmt die Fuselöle in sich auf; an der Bürette kann man ablesen, wie gross die Zunahme war. Alkohol und Fuselöle.

Gewöhnlicher Branntwein enthält durchschnittlich 39 Volumprocente Alkohol, Cognac 50, Rum 70, Curaçao 55, Kümmel 34%. Stark gezuckerten und ätherische Oele oder Würzstoffe enthaltenden Branntwein bezeichnet man gemeiniglich als Likör. Alkoholgehalt.

Wein ist ein durch weinige Gährung nach den Regeln der Wissenschaft und des Betriebes aus Traubensaft oder Obst gewonnenes, alkoholisches Getränk. Man zerquetscht die überreifen Trauben, fängt den Saft, Most, auf, lässt ihn gähren und sich klären unter Zusatz von Hausenblase oder bei Rothwein von Eiweiss bezw. Kaolin. Definition.

Gährt der Traubensaft auf den Schalen der rothen Weintrauben, so gehen der Farbstoff und ein Theil der Gerbsäure in den Most über und man erhält den Rothwein.

Verbesserungen.

Der so bereitete „Naturwein“ entspricht nicht immer dem Geschmack, weil der Most vieler Jahrgänge an Güte zu wünschen übrig lässt. Man ist daher gezwungen, ihn zu verbessern. Ein Theil dieser „Verbesserungen“ kann ohne weiteres zugelassen werden, über den hygienischen und wirthschaftlichen Werth anderer Verbesserungen kann man zweifelhaft sein, und eine dritte Gruppe verbessert nicht, sondern schädigt.

Nach dem deutschen Reichsgesetz vom 20. April 1892 ist die anerkannte Kellerbehandlung gestattet einschliesslich der Haltbarmachung des Weines, auch wenn dabei Alkohol (nicht über ein Volumprocent) oder geringe Mengen von mechanisch wirkenden Klärungsmitteln (Eiweiss etc.), Kochsalz, Tannin, Kohlensäure, schwefliger Säure oder daraus entstandener Schwefelsäure in den Wein gelangen. Ferner sind erlaubt der Verschnitt von Wein mit Wein, die Entsäuerung mittelst reinen gefällten kohlensauren Kalkes (Chaptalisiren), sowie der Zusatz von technisch reinem Stärke-, Rohr-, Rüben- oder Invertzucker auch in wässeriger Lösung (Gallisiren), jedoch darf durch diesen Zusatz nach der Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 24. April 1892 vorläufig der Gesammtgehalt an Extractstoffen nicht unter 1,5 oder der nach Abzug der nicht flüchtigen Säuren verbleibende Extractgehalt nicht unter 1.1 g, der nach Abzug der freien Säure verbleibende Extractgehalt nicht unter 1,0 g und der Gehalt an Mineralbestandtheilen nicht unter 0,14 g in 100 ccm Wein herabgesetzt werden.

Als Verfälschung eines Genussmittels (§ 10 des Nahrungsmittelgesetzes) wird angesehen, wenn ein Wein ohne weitere Angabe verkauft wird, der hergestellt worden ist durch Aufguss von Zuckerwasser auf die Trebern (Petiotisiren) oder auf Weinhefe, oder der hergestellt worden ist unter Verwendung von Rosinen, Korinthen, Saccharin und Aehnlichem, oder von Säuren, säurehaltigen Körpern oder Bouquetstoffen (Kunstwein) oder von Gummi bezw. anderen Körpern, die den Extractgehalt erhöhen. Der Verkauf solcher Producte unter Angabe des Thatbestandes, also als Treber-, Hefe-, Rosinen-, Kunstwein, ist erlaubt.

Dahingegen sind die Fabrikation und der Vertrieb von Wein und weinähnlichen Getränken verboten, welchen lösliche Aluminiumsalze, Barium-, Magnesium- oder Strontiumverbindungen, Glycerin (Scheelisiren), Kermesbeeren, Bor- oder Salicylsäure, Amylalkohol enthaltender Sprit, unreiner Stärkezucker, Theerfarbstoffe zugesetzt worden sind, oder welche (Rothweine) mehr als 2 g neutrales schwefelsaures Kalium im Liter enthalten.

Die Herstellung von Weinen aus Wasser, Alkohol, Bouquetessenzen etc. ist seit der Einführung des Nahrungsmittelgesetzes in Deutschland fast ganz verschwunden.

Zusammensetzung.

Der Alkoholgehalt des Weines schwankt im Allgemeinen zwischen 6—12 %; bei Süd- und Ungarweinen kommen auf

natürlichem Wege gewonnene höhere Alkoholprocente vor, da sie stark zuckerhaltig sind und Hefen besitzen, welche noch bei mehr als 12 % Alkohol wachsen. Zucker ist vorhanden von 0 bis etwa 12 %; auch hier sind die höheren Gehalte selten oder sie sind künstlich erzeugt. Glycerin findet sich zu 0,5 bis 1,5 %, Salze zu 0,15—0,3 % — darunter die Hälfte Kaliverbindungen. — freie Säuren bis zu 1,0 %. Der eigenthümliche Geruch und Geschmack des Weines werden hauptsächlich durch die bei der Gährung entstehenden Esterarten bedingt, einige Trauben haben aber an sich einen eigenartigen Geruch und Geschmack, welcher in den Wein übergeht. Das „Langwerden" des Weines wird ebenso wie das Sauerwerden durch specifische Bacterien bewirkt.

Bier ist ein aus Malz, Hopfen, Hefe und Wasser durch weinige Gährung gewonnenes alkoholisches Getränk.

Es enthält 2—5 % Alkohol, 4—8 % Extracte, woven Dextrin und Zucker die Hauptmasse darstellen, ungefähr 0,5 % Glycerin, gegen 0,5 % Eiweiss bezw. Pepton, die Bitterstoffe des Hopfens, Salze, freie Kohlensäure und Spuren von Milch- und Bernsteinsäure. Der Gesammtsäuregehalt soll auf 100 ccm Bier 3 ccm Normalsäure nicht übersteigen. **Zusammensetzung.**

Zur Bierbereitung weicht man Gerste (oder Weizen, Reis, oder Mais) ein, wirft das Getreide auf einen Haufen und lässt es zum Auskeimen etwa 8 Tage liegen; hierbei entsteht Diastase, welche die Stärke in Maltose und Dextrin umwandelt. Das von den Keimen befreite Getreide wird entweder an der Luft oder auf Darren bei ungefähr 50—80 ° getrocknet und darauf grob gemahlen; das Malz wird mit warmem Wasser angesetzt und später gekocht. Der so entstandenen, Dextrin und Maltose enthaltenden Würze wird Hopfen zugegeben; seine bitteren und aromatischen Stoffe gehen in die Würze über und geben dem Bier den eigenthümlichen Geschmack. Die zur Vermeidung der Milchsäurebildung rasch abgekühlte Würze wird mit Hefe, jetzt meistens Hefereinkultur, versetzt und der Gährung unterworfen, wobei fast der gesammte Vorrath an Maltose in Kohlensäure und Alkohol zerlegt wird, während das Dextrin nicht angegriffen wird. Die Unterhefe bewirkt bei niedriger Temperatur, bis höchstens 10°, eine langsame Gährung und haltbare Biere; die Oberhefegährung geht bei höherer Temperatur, 15—25°, vor sich und erzeugt ein weniger haltbares Getränk. Die eigentliche Gährung ist in wenig Tagen abgelaufen, die Nachgährung findet in den Fässern statt. **Bereitung.**

Statt des Gerstenmalzes kommen hier und da Stärke und Stärkezucker etc. zur Verwendung; bei ihrer Vergährung ent- **Verfälschungen.**

stehen Fuselöle, welche das Bier unbekömmlich machen. An Stelle des Hopfens werden zuweilen, allerdings selten, andere Bitterstoffe in Anwendung gebracht; so sind in den letzten Jahren in Deutschland im Bier gefunden worden: Menyanthin, Centaureabitter, Narcotin, Buxin, Absinthin, Pikrinsäure. Der Zusatz von Saccharin, von Antisepticis (Borsäure, Salicylsäure, saures schwefligsaures Calcium, Benzoesäure) ist nicht zu gestatten, ebensowenig wie der Zusatz von Alkalien zu sauer gewordenem Bier (Milch-, Essig-, Buttersäure-Gährung). Um das Bier haltbarer zu machen, z. B. für den Export, ist das Pasteurisiren die beste Methode.

Wirkung. Während dem Wein der Nährwerth abgeht, kommen im Bier der Zucker- und Eiweissgehalt zur Geltung. 1 l Bier entspricht in seinem Kohlenhydratgehalt 150 g Brot, in seinem Eiweissgehalt ungefähr 60 g Brot oder 120 g Milch oder 25 g Fleisch; das Bier ist also ein sehr minderwerthiges Nahrungsmittel, zumal da zu 1 l Bier 300 g bester Gerste erforderlich sind.

Die in den letzten Jahren fast überall eingeführten Bierschankapparate und Bierpressionen haben den Zweck, den Ausschank des Bieres zu erleichtern und ein bis auf den letzten Rest klares und kohlensäurehaltiges Bier zu geben. Gegen diese Apparate ist nichts einzuwenden, wenn zur Druckerzeugung reine comprimirte Luft oder, besser, Kohlensäure benutzt wird, und wenn die Apparate selbst nichts von ihrem Material an das Bier abgeben (am besten wird reines Zinn verwendet), und sich in allen ihren Theilen gut reinigen lassen; letzteres ist nothwendig, weil sich sehr rasch aus dem Biere zersetzungsfähige Stoffe ablagern, die in Fäulniss übergehend den Geschmack erheblich verschlechtern und durch Magendarmkatarrhe die Gesundheit zu schädigen vermögen.

Alkohol. Die Alkoholica werden, was die Schnelligkeit und Intensität der Erregung angeht, von keinem anderen Genussmittel erreicht; leider jedoch ist die folgende Depression um so intensiver. Sie dürfen daher als Stimulantien nur kurz vor Schluss der Arbeitsleistung gereicht werden; vorher sind die alkaloidhaltigen Reizmittel in Gebrauch zu nehmen.

Inwieweit den Kranken Alkohol gegeben werden soll, unterliegt ärztlichem Ermessen, doch sagt man nicht zuviel, wenn man seine Heranziehung, insonderlich in der Kinderpraxis, als zu weit gehend bezeichnet. Die gewünschten Wirkungen lassen sich meistens durch andere Mittel leichter erzielen. Ein Nahrungsmittel ist der Alkohol insofern, als 1 g desselben bei vollstän-

Alkohol als Nahrungsmittel.

diger Verbrennung 7,18 Kal. liefert; er würde hiernach als Fett- und Kohlenhydratsparer in die Nahrung eintreten können; aber dieser Nutzen wird durch seine weiteren Eigenschaften grösstentheils illusorisch gemacht, da durch grössere Dosen der Eiweissumsatz ansteigt, und durch die vermehrte Lebhaftigkeit eine Menge von Kraft und Wärme unnöthig verbraucht wird; ferner werden durch den Alkoholgenuss die Hautcapillaren erweitert, daher ist mit dem subjektiven Wärmegefühl eine erhebliche Wärmeabgabe, also gesteigerte Verbrennung, verbunden; ausserdem verlässt ein nicht unbeträchtlicher Theil des Alkohols den Körper unzersetzt.

Alkoholismus.

Der Alkohol ist um so gefährlicher, in je stärkerer Concentration und je reichlicher er genossen wird. Der Trinker trinkt nicht so sehr des guten Geschmacks, sondern der Wirkung wegen; der Trinker begiebt sich aus seiner ihm wenig zusagenden Häuslichkeit hinaus in die ihm gemüthlich erscheinende Kneipe, in eine für ihn anregende Gesellschaft, er vergisst seine Sorgen, die Stimmung wird gehoben, und es tritt ein Gefühl von Selbstbewusstsein und Kraft auf, welches allerdings nur, sofern es nicht starker Depression Platz machen soll, durch stets erneute Zufuhr von Alkohol lebendig erhalten werden kann. Dieses Excitationsstadium wird allmählich zum Bedürfniss, und damit ist das Individuum dem Laster verfallen. Verminderte Leistungsfähigkeit, körperliche Schwäche, Widerstandslosigkeit gegen andringende Krankheiten und früher Tod sind die einen, Demoralisirung, Verfall des Familienlebens die anderen Folgen der Trunksucht.

Mittel gegen den Alkoholismus.

Die Mittel, ihr entgegenzutreten, sind zum grossen Theil in ihren Motiven gegeben. Zunächst und in erster Linie ist dahin zu streben, das Bedürfniss nach Excitantien möglichst gering zu gestalten, und das geschieht durch die Behinderung des Alkoholgenusses jeder Form im jugendlichen Alter, das Feuer der Jugend macht ein Excitans überflüssig; ist es, z. B. nach grösseren Anstrengungen, angebracht, so erfüllen alkaloidhaltige Getränke den Zweck vollkommen. Bei der Jugend muss der Hebel angesetzt werden, wenn ein Erfolg erzielt werden soll, ihr kann man den Alkohol entziehen.

Dann ist dahin zu streben, dass das Vergessen der Sorgen nicht nöthig ist; das geschieht durch die möglichste Abnahme dieser Sorgen, also in erster Linie durch auskömmlichen, gesicherten Verdienst. Weiter kommen in Betracht die Einrichtung und Erhaltung einer gemüthlichen Häuslichkeit; genügend grosse,

gut gelüftete, und belichtete, gut durchwärmte, reinlich und ordentlich gehaltene Räume sind bedeutende Hülfsmittel im Kampfe gegen den Alkoholismus.

Dazu kommen die gegen die Trunksucht direct gerichteten Bestrebungen. Ob mit den absoluten Temperenzbestrebungen bei uns viel zu erreichen ist, erscheint fraglich; mehr Erfolg dürften die Bestrebungen haben, welche den Consum einschränken wollen. Hoher Preis der Trinkbranntweine, Verbilligung und leichte Erhältlichkeit anderer Excitantien (Bier, Kaffee, Thee), Beschränkung der Zahl und der Betriebszeit der Schänken, energische Bestrafung der Wirthe bei Verabfolgung von Alkohol an junge Leute und an Betrunkene und die Unterbringung notorischer Trinker in besonderen Asylen sind die hauptsächlichsten Präventivmassnahmen.

III. Gesetzliche Bestimmungen.

Die Nahrungs- und Genussmittel sind, wie auf den vorstehenden Blättern angegeben ist, zum Theil leicht zu verfälschen, zum Theil bergen sie Gefahren in sich, oder sind dem Verderben ausgesetzt. Durch den Genuss derartiger Waaren kann — abgesehen von dem pecuniären Verlust — eine Gesundheitsschädigung entstehen. Um die Reichsangehörigen gegen diese Benachtheiligungen möglichst zu schützen, ist unter dem 14. 5. 79 das „Gesetz betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen“ erlassen worden. Nach demselben ist der Verkehr mit Nahrungs- und Genussmitteln, sowie mit Spielwaaren, Tapeten, Farben, Ess-, Trink- und Kochgeschirren und mit Petroleum der gesetzlichen Aufsicht unterstellt. Die Polizeiorgane sind daher ermächtigt, von den Händlern Waarenproben behufs Untersuchung zu entnehmen. Dann können Verordnungen erlassen werden, welche verbieten: bestimmte Arten der Herstellung, Aufbewahrung und Verpackung von Nahrungs- und Genussmitteln, oder das Feilhalten und den Verkauf von Nahrungs- und Genussmitteln einer bestimmten Beschaffenheit bezw. Fleisch von Thieren mit gewissen Krankheiten, oder die Verwendung bestimmter Stoffe und Farben zur Herstellung von Bekleidungsgegenständen, Spielwaaren, Tapeten, Ess-, Trink- und Kochgeschirren, sowie das Feilhalten derartiger Gegenstände, oder von Petroleum einer bestimmten Beschaffenheit, oder das gewerbsmässige Herstellen, Verkaufen und Feilhalten von Gegenständen, welche zur Fälschung von Nahrungs- oder Genussmitteln bestimmt sind.

Nahrungsmittelgesetz.

Ferner sind Strafen eingesetzt für diejenigen, welche Nahrungs- oder Genussmittel nachmachen oder verfälschen oder derartige oder verdorbene oder sonst gesundheitsschädliche Nahrungsmittel feilhalten und verkaufen. Diesem Gesetz ist eine Kaiserliche Verordnung über Petroleum gefolgt.

Ausserdem ist unter dem 25. 6. 87 ein Reichsgesetz erlassen worden, „betreffend den Verkehr mit blei- und zinkhaltigen Gegenständen" (siehe Seite 124). Ein anderes, unter dem 5. 7. 87 erlassenes „Gesetz betreffend die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben bei Herstellung von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen" ist seinem Hauptinhalt nach Seite 124 u. 125 angegeben. Das unter dem 15. 6. 97 ergangene „Gesetz betreffend den Verkehr mit Ersatzmitteln für Butter" ist Seite 152 erwähnt.

Blei- und Zinkgesetz.

Farbengesetz

Damit die gesetzliche Aufsicht in zweckdienlicher Weise ausgeführt werden kann, sind Untersuchungsämter eingerichtet worden, deren Angestellte eine specifische Ausbildung genossen haben müssen. (Bundesrathsbeschluss vom 22. 2. 1894.) Diese Aemter, deren Zahl noch zu vermehren ist, haben sehr segensreich gewirkt.

Literatur: Rubner, Lehrbuch der Hygiene, 1895. Munck-Uffelmann, Die Ernährung der Menschen. Lehmann, Studien über Brot; Archiv für Hygiene. Verhandlungen des Vereins für öffentl. Gesundheitspflege. Würzburg 1893.

Wohnungen und Städteanlagen.

I. Die Wohnungen.

A. Gesundheitliche Eigenschaften.

Die Wohnung hat den Zweck, der Bevölkerung als Aufenthaltsort zu dienen und sie vor den Unbilden der Witterung zu schützen.

Wohnungskrankheiten.

Man hat eine grössere Anzahl von Krankheiten mit schlechten Wohnungen in Zusammenhang gebracht, und man spricht mit mehr oder weniger Recht von „Wohnungskrankheiten". Erkältungskrankheiten, Rheumatismen, Nierenerkrankungen, Katarrhe der Luftwege, chronische Bindehautkatarrhe, Otorrhöen werden häufig auf feuchte, kalte, zugige, kurz ungenügende Wohnungen zurückgeführt. Die Tuberkulose, insonderlich in der Form der Skrophulose, die Diphterie, die Cholera und der Typhus (siehe Seite 190) sind in schlechten Wohnungen häufiger als in guten. Auch eine psychische Beeinflussung durch die Wohnung findet statt; helle, warme, luftige, reinlich gehaltene Räume erregen eine wohligere Stimmung als dumpfe, feuchte und dunkle.

Eigenschaften der Wohnung.

Man verlangt von einer guten Wohnung, dass sie

1) trocken, 2) luftig, 3) warm, 4) hell, 5) geräumig und 6) reinlich sei.

Feuchtigkeit.

Feuchte Wohnungen haben zunächst eine starke Behinderung oder völlige Aufhebung der an sich schon schwachen Porenventilation, d. h. des Luftaustausches durch die Wände, zur Folge.

Wärmeverlust.

Wichtiger ist der starke Wärmeverlust. Feuchte Wände nehmen eine grosse Wärmemenge auf und binden sie zur Verdunstung des in ihnen enthaltenen Wassers. Die verdunstete Feuchtigkeit dringt in die Räume hinein und erzeugt ein drückendes Gefühl. Mehr als 30—40, höchstens 60% relativer Feuchtigkeit soll die Zimmerluft nicht enthalten. Trockene Luft wird

in geschlossenen Räumen angenehmer empfunden und besser ertragen als feuchte. Nasse Wände leiten ausserdem die Wärme besser als trockene. Sitzt man in der Nähe einer feuchten Wand, so giebt die ihr zugewendete Körperseite durch Strahlung viel Wärme dahin ab; die feuchte Wand erwärmt sich aber nicht, giebt vielmehr die erhaltene Wärme rasch weiter, und daher findet ein fortwährender starker, oft als „Zug" empfundener Wärmeabfluss vom Körper zur Wand hin statt. Starker Wärmeverlust bedingt naturgemäss stärkere Heizung, und da die meisten Menschen die theuer bezahlte Wärme nicht abgeben wollen, so wird möglichst wenig gelüftet. Die Feuchtigkeit, welche noch durch die Ausdünstung und Athmung der Menschen, durch Kochen und Waschen stark vermehrt wird, bleibt somit in der Wohnung, sie schlägt sich des Nachts, wenn die Heizung geringer wird, an den abgekühlten Wänden nieder; aus diesem Grunde bleiben die Wände nass und der Wärmebedarf stets hoch. Soll die Feuchtigkeit entfernt werden, so muss neben der Heizung eine kräftige Lüftung stattfinden.

Begünstigung der Krankheitskeime.

Die Feuchtigkeit gewährt manchen Krankheitserregern gute Existenzbedingungen, wenn sie auch meistens nicht gross genug ist, um eine Vermehrung zu gestatten, so gewährleistet sie einigen Arten dennoch eine längere Lebensdauer. Auf diese Weise erklärt sich die Prädilection feuchter Räume für gewisse zymotische Krankheiten.

In besonderen Kapiteln soll besprochen werden, wie die Erwärmung, Ventilation und Beleuchtung der Wohnräume zweckmässig eingerichtet und gehandhabt wird. In dem Abschnitt über Wohlfahrtseinrichtungen, Kapitel Arbeiterhygiene, ist das Mindestmass dessen angegeben, was in Bezug auf Wohnräume zu verlangen ist, und an den verschiedensten Stellen, insonderlich in dem Kapitel Infectionskrankheiten, ist auf die Nothwendigkeit der Reinlichkeit der Wohnungen hingewiesen. An dieser Stelle bleibt nur zu erörtern, in welcher Weise die Wohnungen durch das Baumaterial und die Bauart in ihrer Wärmeregulation und in der Zufuhr von Luft und Licht beeinflusst werden.

B. Die Lage und der Untergrund des Hauses.

Lage.

Die beste Belichtung, die ausgiebigste Ventilation, den trockensten und reinsten Untergrund und, leider, die kräftigste Entwärmung haben die völlig frei und hoch liegenden Häuser.

Der starke Wärmeverlust ist häufig die Veranlassung, eine etwas geschützte Lage der völlig freien Lage vorzuziehen. Einen gewissen, oft beträchtlichen Schutz gewähren benachbarte Bodenerhebungen oder Baumpflanzungen. Für unsere Gegenden empfiehlt sich am meisten eine nach Süden, Südosten und Südwesten völlig freie Lage und Schutz nach Norden, Westen und Osten. Mulden, tiefe Einschnitte, Steilhänge werden als Bauplätze gemieden.

Untergrund. Der Untergrund für die Wohnung sei trocken und rein. Man darf den gewachsenen, d. h. den noch nicht durch Menschenhände umgelagerten Boden als rein ansehen, mit Ausnahme des Bodens der älteren Stadttheile, der nicht selten durch die Abfallstoffe verunreinigt ist, welche von der Erdoberfläche oder den undichten Gruben aus in ihn eindrangen. Derartiger Boden ist zu entfernen und durch reines Erdreich zu ersetzen. Durch „Schuttablagerungen“ oder durch Aufschüttung mittelst Culturerde gewonnenes Terrain ist, weil es Krankheitserreger oder fäulnissfähige Stoffe enthält, erst nach langer Lagerung als Baugrund geeignet.

Das zweite Erforderniss ist Trockenheit. Das Haus soll nicht mit den Fundamenten in die Grundwasserzone hineinragen, weil sonst das Wasser in den Wänden in die Höhe steigt und sie mit einer Feuchtigkeit erfüllt, welche nicht zu entfernen ist, da für das verdunstete Wasser stets neues von unten nachrückt. Wenn das Grundwasser hoch steht, so versuche man dasselbe durch zweckdienliche Drainirung oder durch Aufschüttungen mit reiner Erde niedriger zu legen. Wo das nicht angängig ist, und die Fundamente in das Grundwasser hineinragen müssen, sind die gleich zu besprechenden baulichen Schutzeinrichtungen zu treffen.

An Berglehnen oder auf Felsboden, welcher mit dünner Erddecke überlagert ist, macht sich vielfach die Anlage eines Grabens nöthig, um das zufliessende Wasser vom Hause abzuweisen; auch ist für Entfernung des Schwitzwassers aus Häusern zu sorgen, deren Keller oder Rückwände aus festem Fels bestehen.

Im Uebrigen ist es gleichgültig, auf welcher Bodenart das Haus errichtet ist, ob es auf lockerem Boden, auf Fels, auf Kalk oder auf lehmhaltigem Boden steht; die einzigen Bedingnisse sind Reinheit des Bodens und Trockenheit, und nur insofern, als auf diese die ebenerwähnten Bodenarten einwirken, sind letztere von Belang.

C. Der Bau des Hauses.

1) Die Fundamente und das Kellergeschoss. Ist der Boden rein, sind Gasrohrbrüche nicht zu fürchten, so sind die Bodengase, von den Stellen selbstverständlich abgesehen, wo grössere Mengen von Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff Bodengase.

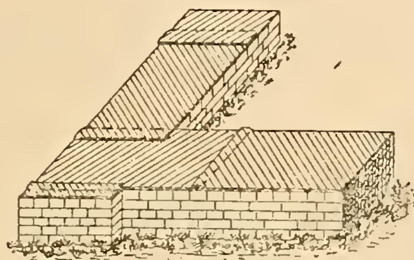


Fig. 58. Einlage von Asphaltfilzplatten in Mauerwerk oberhalb der Erde.

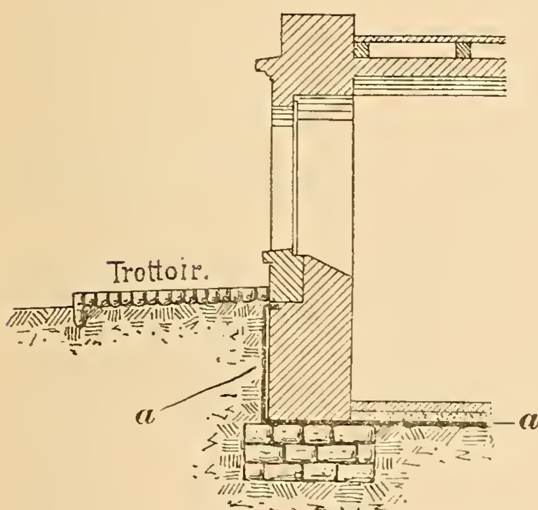


Fig. 59. Einlage von Asphalt (a) in Kellermauerwerk unter der Erde als Abschluss nach der Seite und nach unten hin.

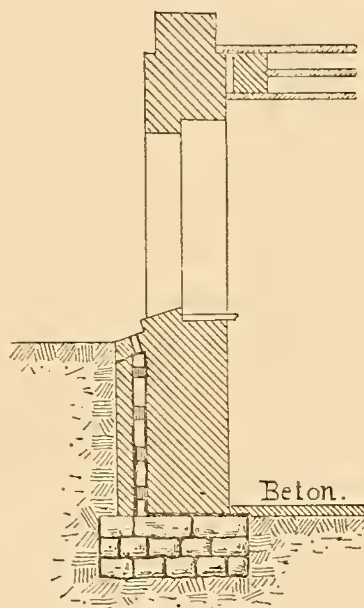


Fig. 60. Isolirmauer mit Luftschicht zum Abhalten seitlich andringender Feuchtigkeit.

u. dergl. dem Boden entweichen, indifferent. Früher fürchtete man sich vor den Bodengasen; man glaubte, in ihnen seien die Miasmen enthalten, welche entweder selbst inficirten, oder doch einen ungünstigen Einfluss auf die Disposition ausüben sollten. Seit den Erkenntnissen der letzten Jahrzehnte schreibt man der Bodenluft nur noch geringe hygienische Bedeutung zu.

Das Wasser kann von unten und von der Seite her in die Hausmauern und die Kellergeschosse dringen.

Wo aufsteigende Feuchtigkeit zu fürchten ist, müssen die Böden der Keller betonirt oder asphaltirt (Fig. 59 u. 60), die Grundmauern durch Vermauerung fester Steine in Cementmörtel Bodenfeuchtigkeit.

oder durch Einlage einer undurchlässigen Schicht — aus Granit, Klinkern in Cement, Asphaltfilzplatten (Fig. 58), Paraffin oder einer dickeren Lage von Gussasphalt — undurchlässig gemacht werden. Die seitwärts eindringende Bodenfeuchtigkeit muss ebenfalls abgehalten werden; das geschieht durch Vermauerung der Aussenseite in Cement, oder durch Einlage einer wasserdichten Schicht von Schiefer, Asphalt u. s. w. (Fig. 59), oder durch Vorsetzung einer Isolirmauer (Fig. 60) bezw. Ziehung eines etwa 25—100 cm breiten, mit Gitter überdeckten Grabens. Die sämmtlichen Räume eines Hauses zu unterkellern, mag vom bautechnischen Standpunkte aus erwünscht sein, vom hygienischen aus ist es nicht erforderlich. Nichtunterkellerte Räume müssen indessen eine dicke, trockene Schüttung reinen Materials (Schlacke, Sand, Kies) erhalten, event. mit übergelagerter, mit der Aussenluft in Verbindung stehender Luftschicht, so dass sie gegen Nässe völlig geschützt sind.

2) Die Wände. Die Aussenmauern sollen Wind, Regen und Kälte von den Innenräumen abhalten.

Schutz gegen Nässe und Wind.

Den beiden ersten Anforderungen wird man dadurch gerecht, dass man dem Hause eine feste, möglichst wenig durchlässige Aussenhaut gewährt, an welcher der Wind abprallt, der Regen niederrinnt, ohne in grösserer Menge in die Mauern einzudringen. Festgebrannte harte Ziegel eignen sich am besten hierzu. Die Aufnahmefähigkeit der Ziegel für Wasser ist sehr verschieden; je glatter, je mehr gesintert die Oberfläche ist, um so weniger Wasser wird aufgenommen; ein gewöhnlicher Ziegelstein nimmt bis zu $^1/_6$ seines Gewichtes an Wasser auf. Man kann die Undurchlässigkeit erhöhen durch Verputzen der Aussenwand mit Cementmörtel („Putzbau“, im Gegensatz zum „Rohbau“, d. h. dem nur gefugten Steinbau), oder durch Bedeckung aller Wände, bezw. der Wetterseite, mit Schiefer oder Schindeln. Oelanstrich erweist sich auch von Nutzen; in der letzten Zeit hat man auch Ueberzüge von Wasserglas, von ölsaurer Thonerde (Testalin) oder von Fluaten angefertigt, die gute Erfolge gehabt haben.

Wärmeverlust.

Der feste Stein gewährt einen nur mässigen Wärmeschutz, da er die Wärme gut leitet und an die Aussenluft abgiebt. Poröse Steine sind in dieser Beziehung besser; sie enthalten in einer grossen Zahl kleiner Hohlräume Luft eingeschlossen, welche bekanntlich ungemein schlecht leitet. Man construirt daher die Aussenmauern in der Weise, dass man nach aussen scharfgebrannte, glatte Steine, sog. Verblendsteine, und als

Hintermauerungssteine poröse Ziegel verwendet. Auch in der Weise kann man einen Wärmeschutz herstellen, dass man die Mauer in anderthalb oder zwei Steine starker Schicht mit intermediärer Luftschicht baut. Der so erzielte Wärmeschutz ist jedoch nicht gross, weil durch Wärmetransport, durch Leitung und Strahlung von der Innen- an die Aussenhaut viel Wärme abgegeben wird; er wird aber wesentlich verstärkt, wenn der Zwischenraum mit schlecht leitendem Material, z. B. Kieselguhr oder Schlackenwolle ausgefüllt ist.

Die Innenwände haben den Zweck, die Räume von einander abzutrennen, Schallübertragung und Wärmeabgabe zu verhindern; poröse Ziegel, Schlackensteine (69,0% Porenvolumen) und Aehnliches sind für sie das beste Material.

In den letzten Jahren erfreuen sich die Gipsdielen — Gips mit Rohr oder Spreu gemischt und zu Tafeln geformt — grosser Beliebtheit als Zwischenwände und Zwischendecken. Der Rabitzputz, Gips auf und in Drahtgeflechten, wird hauptsächlich zu Innenwänden und zu Wandverkleidungen benutzt; in seine decorativen Pfeiler, Gesimse etc. lassen sich die Abluftkanäle und Aehnliches hineinlegen. Die Moniertafeln sind Cementplatten, welche innen ein Gerüst von Eisendraht und Eisenstäben bergen. Sie sind sehr fest und finden zu Gewölben, Decken, Aussenmauern etc. Verwendung.

Das in den Bau gelangende Wasser beträgt mindestens gegen 5% des Volumens des Mauerwerks; davon ist anfänglich ein grosser Theil als Hydrat an Calcium gebunden, das Calciumhydrat verwandelt sich im Laufe der Zeit, unter Abgabe des Wassers, langsam in kohlensauren Kalk, wodurch die Festigkeit des Mauerwerks bedingt ist (Lehmann u. Nussbaum). Das freie Wasser muss zum grössten Theil, bis auf etwa 2% Wassergehalt im Gesammtmörtel (Mischung von Putz- und Fugenmörtel) verdunstet sein, ehe ein Haus beziehbar ist. Gut ausgetrocknetes Mauerwerk enthält nicht mehr als 0,4—0,6% Wasser im Gesammtmörtel, 3% Wasser verräth sich bereits durch das Gefühl. Feuchtigkeit der Baumaterialien.

Man entnimmt den Kalk zur Wasserbestimmung mit einem Bohrer an verschiedenen Stellen der einzelnen Stockwerke, wiegt und trocknet ihn im wasser- und kohlensäurefreien Luftstrom 1 Stunde lang bei 100° und wiegt wieder. Diese Bestimmung ist unsicher, da man nie weiss, ob man richtige Durchschnittsproben erhalten hat; es ist daher vorgeschlagen, den Mörtel an der ungünstigsten Stelle d. h. der am wenigsten besonnten Seite des untersten Stockwerkes zu entnehmen, da das freie Wasser Bestimmung.

allmählich nach unten sinkt. Diese Methode ist jedenfalls exacter als die Bestimmung mancher Bauordnungen, wonach ein Haus noch nach der Rohbauabnahme 6—8 Monate stehen soll, bevor es bezogen werden darf. Es kommt ganz auf die Witterungsverhältnisse an, ob der Bau in dieser Zeit trocken ist oder nicht. Beschleunigt wird das Austrocknen durch kräftige Lüftung und Heizung. Kokskörbe sind wegen ihrer starken Kohlensäureausscheidung besser als Oefen, weil dadurch das Mauerwerk nicht bloss trocken, sondern auch fest wird; sie sind aber wegen der Kohlenoxydausscheidung mit grosser Vorsicht zu verwenden. Bevor das Haus innen und aussen verputzt, d. h. mit Kalk- oder Cementmörtel beworfen wird, bleibt es behufs besserer Austrocknung des Mauerwerks einige Wochen stehen.

Zwischendecken.

3) Die Zwischendecken und Fussböden. Die Zimmer der verschiedenen Stockwerke sind durch die Zwischendecken von einander getrennt. Sie müssen so construirt sein, dass sie einen gewissen Schutz gegen Schadenfeuer gewähren, Luft, Wärme und Schall nicht durchlassen, und eine Infectionsgefahr ausgeschlossen ist. Meistens besteht die unterste Schicht aus dem Kalk- oder besser Gipsbewurf der berohrten Bretter an der Unterseite der Balken, dann kommt eine etwa 8 cm hohe Luftschicht, darauf eine Lage mit Lehm verschmierter Schalbretter, auf welcher eine Schicht trocknen Füllmaterials, z. B. Kies, Sand, von circa 10 cm Stärke lagert, zuletzt folgen die Dielen, der Fussboden des oberen Zimmers. Statt der Holzbalken verwendet man jetzt vielfach Eisenträger, statt der Luft und Sandschicht poröse Steine, die in Gestalt flacher Gewölbe oder gerader Lagen zwischen die Träger geschoben werden, und denen durch Einlage von Bandeisen eine grosse Stabilität gegeben wird. Bauschutt, Muttererde, kurz unreiner Boden darf keinesfalls als Material für den Füll- oder Fehlboden dienen, auch sei das eingebrachte Material völlig trocken, damit event. mit eingeführte Krankheitskeime sich nicht vermehren können und in Folge dessen bald absterben und das Holzwerk nicht leide; letzteres wird durch Pilze insonderlich den Hausschwamm, Merulius lacrimans, Polyporus vaporarius, zerstört. Directe gesundheitliche Schädigungen bewirkt dieser Pilz nicht, aber er ist ein Index für ungehörige Feuchtigkeit.

Fussboden.

Der Fussboden sei schlecht wärmeleitend, möglichst dicht, nicht rauh, nicht splitternd. Am geeignetsten sind geölte, kurze und schmale Bretter aus hartem Holz; das zur Zeit viel verwendete Stabparket entspricht diesen Anforderungen. Weite

Fugen zwischen den Brettern dienen als Schmutzreservoire, welche schwer zu reinigen und schwer zu desinficiren sind; die in ihnen enthaltenen Infectionserreger sind viel mehr zu fürchten als die im Füllboden enthaltenen, denn aus den Ritzen können die Keime zum Menschen relativ leicht zurückkehren, aus den Zwischendecken jedoch nur in ganz seltenen Fällen. Durch die Ritzen kann Wasser in den Füllboden eindringen und dort Pilzwucherungen und Zersetzungen bewirken. Um das zu verhindern, verwendet man auch dort, wo Parket keine Anwendung findet,



Fig. 61. Fussbödenverbindungen.

schmale (15 cm), gut getrocknete Bretter, welche mit Spund oder mit Nuth und Feder mit einander verbunden sind (s. Fig. 61) und auf ungehobelten Brettern liegen (Blindboden), die mit einer wasserdichten Decke von Dachpappe oder Asphalt überzogen sind. Fussböden werden mit Vortheil jährlich ein oder zwei Mal mit heissem Leinöl gestrichen.

Einen guten Abschluss gewährt auch Estrich aus Cement, Gyps, Asphalt u. s. w. Um die Wärme- und Schallleitung zu vergeringern, bedeckt man ihn mit Papierfilz und Linoleum, einem aus gemahlenem Kork und Leinöl hergestellten, undurchlässigen schlecht wärmeleitenden Belag.

4) Das Dach und die Dachwohnungen. Das Dach muss dem Hause Schutz gewähren gegen von oben eindringendes Wasser. Liegen im Dachgeschoss Wohnräume, so hat es zugleich die Temperaturregelung mit zu übernehmen. Dachwohnungen.

Dachwohnungen sind im Sommer gewöhnlich sehr heiss, im Winter sehr kalt. Um das zu verhindern, sollen die Mauern dieser Gelasse nicht unter $^1/_2$ Stein stark sein und ebenso wie die Decke aus porösem Material bestehen. Zwischen Dach und Wand oder Decke der Wohnräume ist entweder eine dicke, schwer durchlässige Schicht, z. B. Kieselguhr, Schlackenwolle, Korkplatten, einzuschalten oder eine grössere Luftschicht zu gewähren, welche im Sommer durch Oeffnen von Klappen beweglich, im Winter unbeweglich gemacht wird. Metall- und Schieferdächer sind am ungünstigsten für die Temperaturregulirung. Für flache Dächer eignet sich Holzcement vorzüglich. Das Dach wird aus Brettern hergerichtet und mit mehreren Lagen dünner Pappe bedeckt, zwischen welche ebensoviel Schichten

des flüssig gemachten Holzcements, eines sehr dickflüssigen, mit Cement gemischten Theeres, gebracht werden. Auf die letzte Schicht kommt eine 10—20 cm dicke Kieslage. Wasserdichtheit und Wärmeschutz sind hierbei gewährleistet. Die Sterblichkeit der kleinen Kinder an Brechdurchfall ist in den heissen Dachwohnungen eine besonders hohe.

Zimmer. 5) Die Wohnräume der mittleren Geschosse. Die Zimmer seien in den einzelnen Geschossen eines freistehenden Hauses so angeordnet, dass die Wohn-, Schlaf- und Kinderzimmer möglichst nach Süden, Südosten oder Südwesten liegen, um das in unseren Gegenden so wohlthuende Sonnenlicht und die Sonnenwärme möglichst zweckmässig auszunutzen (siehe auch Seite 183). Die Wirthschafts- und Gesellschaftsräume, das Treppenhaus etc. werden auf die nördliche, nordöstliche und nordwestliche Seite vertheilt (siehe Abbildung Seite 187). Ein Unsinn ist es, der so wenig benutzten, meistens nur als Möbelmagazin dienenden sog. „guten Stube“ oder dem „Salon“, welche überhaupt nur theilweise eine Existenzberechtigung haben, den besten Raum im Hause zu gewähren.

Die Nordseite und die Wetterseite des Hauses bekommen wenig Fenster und sollen mit einer Schutzschicht versehen sein; ein überstehendes Dach nützt ebenfalls.

Die Höhe der Wohnräume betrage niemals unter 2,5 m, wenn irgend möglich nicht unter 3 m; für nicht zu grosse Zimmer ist eine Höhe von 3,75—4 m die geeignetste. Als äusserste Grenze für das Raummass eines Schlafgelasses mögen 10 cbm angesehen werden, ebensoviel ist als Wohnraum zu geben, sodass also auf den Kopf mindestens 20 cbm Luftraum kommen. Mehr als 4 Stockwerke ausser dem Erdgeschoss [20 bis 22 m Höhe bis zum Dach] in der Innenstadt, mehr als 3 Stockwerke in den Vorstädten [18 m], mehr als 2 Stockwerke in den Vororten [15 m] sollte ein Haus nicht haben, die Arbeit des Steigens ist sonst für schwächliche oder ältere Leute zu gross. Die Treppen müssen breit, 30—32 cm tief, der Auftritt etwa 16—18 cm hoch sein. Die Treppen und Flure seien hell und luftig, aber nicht zugig. Durch am Anfang der Treppen eingelassene Gitter und auf ein unteres Podest gelegte Strohmatten wird die Reinlichkeit wesentlich gefördert. Die Feuersicherheit der eisernen Treppen ist in letzter Zeit sehr angezweifelt worden. Gut mit Mörtel oder Gips verputzte Eichenholztreppen sind ebenso feuersicher als Eisen- und Steintreppen. Besser noch ist Xylolith, eine unter starkem Druck zusammengepresste Mischung von Sägespänen und Chlormagnesium.

6) Die Kellerwohnungen. Vielfach hat man verlangt, die Kellerwohnungen ganz fortfallen zu lassen, und insofern mit vollem Recht, als die meisten Kellerwohnungen nicht gut belichtet, nicht luftig und nicht trocken sind; die Feuchtigkeit ist am meisten zu fürchten, denn oft ist das umliegende Erdreich feucht, und daher sind die Wände kalt, so dass die ohnehin feuchte Kellerluft sich an denselben bis zum Thaupunkt abkühlt, also Schwitzwasser entsteht, wodurch die Feuchtigkeit der Wände noch gesteigert wird. Indessen giebt es auch gute Kellerwohnungen. Wenn die höchste Grundwasserlinie noch mindestens 0,5 m unter der völlig wasserdicht construirten Kellersohle liegt, die Fundamente nicht im Grundwasser stehen oder gut isolirt sind, bezw. das Erdreich um das Haus herum trocken ist, die Aussenmauern gegen die Erdfeuchtigkeit durch eine Luftschicht geschützt sind, wenn die Sohle des Kellers nicht mehr als ungefähr 1 m unter der Erde liegt, die Fensterstürze mindestens 1 m über der Erde sich befinden, nach Norden oder nach engen Höfen hinaus keine Wohnräume liegen, und die Innenwände bis über den First hinausgehende Ventilationsschlote haben: so ist die Wohnung sanitär nicht zu beanstanden; jedenfalls dürfte es schwer sein, Krankheiten auf derartig construirte Kellerwohnungen zurückzuführen, und die Statistik lehrt, dass die Mortalität der Kellerbewohner niedriger ist, als die der Bewohner des vierten Stockwerkes, allerdings sind die Kellerbewohner meistens wohlhabender als jene. Die Anlage von Kellerwohnungen dieser Art ist theuer und viele Bauunternehmer ziehen es deshalb vor, keine Wohnkeller sondern Wirthschaftskeller zu bauen.

7) Es ist dringend nothwendig, dass für jede Familie oder doch für je zwei Familien ein eigener Abort vorhanden sei; sonst sind der Infection und der Unreinlichkeit Thür und Thor geöffnet.

8) Die Innenseite der mit Kalk- oder Cementmörtel verputzten Wände werden nach dem Austrocknen mit einer Kalkleimfarbe getüncht, mit Oelfarbe gestrichen oder tapezirt. Erstere Verfahren gestatten eine leichte und gründliche Reinigung bezw. Desinfection durch Neutünchen oder Abwaschen. Letzteres Verfahren bewirkt einen ziemlich hermetischen Abschluss der Wandporen, ist also bezw. der Wärmeregulirung angenehmer. Nach § 7 des Gesetzes vom 5. 7. 1887 ist die Verwendung des Arsens zur Herstellung von Tapeten etc., nach § 9 desselben Gesetzes die Anwendung von arsenhaltigen Wasser- oder Leimfarben zum Anstrich von Fussböden, Decken, Wänden, Fensterläden, Möbeln

und Utensilien verboten. Alle zu längerem Aufenthalt von Menschen dienenden Räume müssen bewegliche Fenster besitzen, die unmittelbar in das Freie führen. Am Besten sind Doppelfenster oder gut schliessende Fenster mit doppelter Verglasung. Die Fenster sollen hoch hinaufreichen, die Fensterbrüstung sei etwa 0,8 m vom Boden entfernt. Die Thüren der Hausflure u. s. w. seien so eingehängt oder mit solchen Apparaten versehen, dass sie von selbst schliessen, damit Zug verhindert werde. Die Thüren grösserer Versammlungsräume müssen nach aussen schlagen, um bei plötzlichem Andrang zur Thür hin den Ausgang zu ermöglichen.

D. **Ländliche Wohnhäuser.**

Man meint gewöhnlich, wenn von schlechten Wohnungen die Rede ist, die Wohnungen der ärmeren Bevölkerung der grossen Städte, und die Bauordnungen sind hauptsächlich auf die städtischen Verhältnisse zugeschnitten; nicht ganz mit Recht, denn noch bilden die Landbewohner die grössere Zahl der Staatsangehörigen, und ihre Wohnungsverhältnisse sind vielfach erheblich schlechter als die der Fabrikarbeiter in der Stadt.

Oft findet man auf dem Lande elende Lehmhütten mit ungedieltem Boden, dünnen, gegen Wind und Wetter kaum einen Schutz gewährenden Wänden, mangelhaften Decken und schlechten Dächern. Die Belichtung ist kümmerlich. Hier und da ist nicht einmal für einen ordentlichen Abzug des Herdfeuerrauches gesorgt. Tausende von ländlichen Wohnungen giebt es, wo das Ofenrohr zum Fenster hinaus in das Freie geht, und die Heizung bei gewissen Windrichtungen versagt.

Als Mindestmass für einen Schlafraum ist 10 cbm gefordert; in einigen Gegenden Deutschlands und gerade dort, wo unter der städtischen und ländlichen Bevölkerung die Tuberkulose am stärksten grassirt, schläft ein grosser Theil der Landleute in sog. Bettkästen, welche in die Wand eingelassen, durch niedrige Schiebethüren gegen den gemeinsamen Wohnraum abgeschlossen, kaum 4—5 cbm Luftraum gewähren und nur eine sehr dürftige Lüftung durch die Ritzen zulassen.

Die Sterblichkeit ist auf dem Lande nicht überall geringer als in der Stadt. Und hat die letztere ein gewisses Uebergewicht, so ist dasselbe zumeist auf Rechnung einer grösseren Infectionsintensität zu setzen. Die auf grösserem Raum vertheilte Landbevölkerung inficirt sich nicht so leicht als die Stadtbevölkerung, welche eng zusammengepfercht lebt. Die hygienischen Ver-

hältnisse begründen im Gegentheil für das Land eine grössere Mortalität, und es ist eine dankbare Aufgabe für den Arzt, auf die hier bestehenden Schäden, und nicht allein aut die des Wohnens, hinzuweisen, und für die Behörden, hier helfend und bessernd einzugreifen.

E. Wohnhäuser in anderen Zonen.

Die im vorstehenden Kapitel aufgestellten Normen gelten für Wohnungen der mittleren gemässigten Zone.

Bei wechselnden klimatischen Verhältnissen müssen sich die Anforderungen ändern.

Polare Zone.

In höheren Breiten ist der Wärmeschutz zu vermehren. Es tritt dort der Steinbau zurück und der Holzbau mehr in den Vordergrund. Die hübschen, freundlichen Städte Norwegens, das zwischen den Schären liegende, einsame Fischerhaus, die Wohnung des Hirten auf den mehr als 100° südlicher liegenden Falklandinseln, sie alle sind aus Holz gebaut und vorzüglich geeignet, die Kälte des Winters, die Macht der Stürme von den Insassen fern zu halten; freilich, Licht und Luft finden sich dort weniger als in den Wohnräumen milderer Zonen.

Eine deutsche, wissenschaftliche Expedition brachte ein ganzes Jahr auf der unwirthlichen, in ewigem Eis und Schnee starrenden, stets von Stürmen umbrausten Insel Süd-Georgien zu. Sie bewohnte ein Haus, dessen Wände aus drei Bretterlagen construirt waren. Der Zwischenraum von je 6 cm zwischen den einzelnen Bretterlagen war mit Torfmull ausgefüllt. Ebenso waren Decke und Fussboden gebildet; das Haus hat allen Anforderungen genügt.

Tropische Zone.

In den tropischen Regionen muss die Wohnung vor Allem Schutz gegen die Sonnengluth, gegen die Hitze gewähren. Dieser Zweck lässt sich auf doppelte Weise erreichen, zunächst durch möglichst leichte Bauart, so dass die Häuser dem freien Luftzug kein Hinderniss bieten, Verdunstungsabkühlung und Wärmetransport sichern.

Leichte Bauart.

Nicht bloss die zerstreut liegenden Hütten der Eingeborenen, auch ganze Städte sind nach diesem Princip construirt. In Guajaquil z. B. sind mit Glasscheiben versehene Fenster kaum vorhanden; sie werden durch Jalousien ersetzt, welche nur dem diffusen Tageslicht und der Luft den Eintritt gestatten; die Thüren der oberen Stockwerke stehen, wenn überhaupt vorhanden, Tag und Nacht offen, und in ihre Rahmen, als die Orte, welche am meisten dem kühlenden Luftzuge ausgesetzt sind,

hängt man mit Vorliebe die kleinen Hängematten, in welchen die Damen sich vom Nichtsthun ausruhen.

Vielfach baut man die Wohnungen an kühlere Stellen. Diese finden sieh auf dem Rücken der Höhenzüge oder an bezw. auf den Flüssen; das Wasser mit seiner grossen Wärmecapacität und die den Fluss entlang wehende Brise beschränken die Hitze.

Wohnungen an und auf dem Wasser.

Nieht selten erriehten die Eingeborenen ihre Hütten, zu grossen Dörfern vereint, auf in den Fluss gerammten Pfählen oberhalb der höehsten Fluthlinie. Anderswo stehen die Häuser auf Flössen, welche, mit Bambusringen an Pfählen befestigt, mit der Fluth sich heben und senken; eine derartige Strasse mit Wohnungen, Läden, Garküchen etc. findet sieh z. B. in Bangkok, dieser eigenartigen Stadt Siams. In Canton liegen Wohnschiffe reihenweise im Flusse verankert und geniessen die Kühle, welehe sich ihnen dort bietet. Auch die Europäer wohnen nicht selten auf abgetakelten Schiffen (hulks) und finden dort bewegte, kühle Luft und einen relativen Schutz vor der Malaria.

Massive Bauart mit Wärmeschutz.

Nach dem zweiten Princip werden die Wohnungen so construirt, dass die Wärme möglichst wenig Einlass findet. Die Häuser der Europäer sind an vielen Orten in massivem Stein- oder in Lehmbau aufgeführt und nach allen Seiten mit breiten, hohen Veranden umgeben. Diese und die Fenster sind durch Marquisen geschützt, so dass niemals ein Sonnenstrahl in die Zimmer hineindringt, welche zur Zeit der grossen Hitze geschlossen gehalten werden, zur kühleren Zeit offen stehen. Das Dach ist massiv und gut ventilirt, so dass eine Wärmestauung nicht statthaben kann.

In manchen chinesischen Städten sind zur Zeit der starken Hitze die im Allgemeinen sehr engen Strassen mit Zeug überspannt. In den centralen Staaten Amerikas, in Peru z. B., hat der Spanier seine Bauart beibehalten. Die Häuser sind als Viereeke um einen Hof angeordnet. Sie sind nach aussen, zur Strasse hin, unansehnlieh, haben kaum ein Fenster; die Mauern und das flache Dach bestehen aus Stein oder Fachwerk mit dicken, schlecht leitenden Lehmeinlagen. Die Zimmer münden nach innen, zum Hof hin, auf Veranden hinaus, welche den Hof umgeben; dieser wird zur Mittagszeit mit einem Stück Zeug überzogen, die Gluth der senkreeht stehenden Sonne abzuhalten. Gegen 4 Uhr, wenn die Sonne, schräg stehend, ihre Kraft verloren hat, wird das Tuch entfernt, und über Nacht findet wieder eine reichliche Wärmeabgabe statt.

Besonderer Einriehtungen für den Einlass von Licht und Luft bedarf es in den tropisehen und subtropischen Regionen nieht.

II. Die Anlage von Städten und Ortschaften.

Wo viele Gebäude zusammen liegen, sind Vorschriften erforderlich, welche die Beziehungen der einzelnen Baulichkeiten zu einander regeln. Diese sind gegeben in dem Baurecht.

Einen Ausfluss des Baurechts bilden die Stadtbebauungspläne, d. h. die zeichnerischen und gesetzmässigen Gesammtpläne, welche die als nothwendig erkannten Verbesserungen des bestehenden Strassennetzes und die Erweiterungen des Netzes in noch unbebaute Bezirke (Stadterweiterungspläne) enthalten, sowie die Bauordnungen, welche unter Berücksichtigung des Verkehrs, der Standhaftigkeit, des Schutzes gegen Feuersgefahr und gesundheitliche Schädigungen, Sonderbestimmungen für die nach dem Stadtbauplan gestatteten Bauten umfassen. Die Grundzüge für letztere sind zum Theil bereits auf den vorhergehenden Seiten besprochen worden.

Baurecht.

Bauordnungen.

A) Gesundheitliche Normen.

Bei Gebäudecomplexen muss vom sanitären Standpunkte aus verlangt werden, 1. dass die Häuser sich nicht gegenseitig Luft, Licht und Sonnenwärme fortnehmen, und 2. dass der Entstehung und Ausbreitung von Krankheiten kein Vorschub geleistet werde.

a) Die Versorgung mit Sonnenwärme, Licht und Luft.

1. Luft. Wenn Sonnenlicht und -Wärme in genügendem Masse gegeben sind, so ist damit zugleich die Forderung nach Luft ausgiebigst erfüllt.

2. Sonnenbestrahlung. Die Menge der Sonnenwärme, welche auf die senkrechten Wände eines cubischen Körpers, z. B. eines Hauses, trifft, hängt ab von dem Einfallswinkel und der Intensität der Sonnenstrahlen. Letztere richtet sich nach der jeweiligen Entfernung der Sonne, nach der Reinheit der Atmosphäre und dem Wege, welchen die Strahlen bis zum Beobachtungsort durchlaufen. Dieser Weg ist morgens und abends, wenn die Strahlen als Tangenten die Erde treffen, am längsten. Gelangen beim Zenithstand der Sonne 75 % der in die Atmosphäre eintretenden Wärmestrahlen auf die Erde, so gehen bei 20° Hochstand nur 43,4 %, bei 10° Hochstand nur 20 % hindurch. (Rubner.) Durch den Wasserdampf der Atmosphäre werden die Wärmestrahlen besser absorbirt als die Lichtstrahlen.

Intensität.

Einfallswinkel und Art der Bestrahlung.

Der Einfallswinkel richtet sich einerseits nach dem Hochstand der Sonne, — je höher die Sonne steht, um so kleiner ist der Winkel, den die Sonnenstrahlen mit einer senkrecht stehenden Wand bilden, — andererseits nach der Richtung der Hauswand zum Sonnenstrahl.

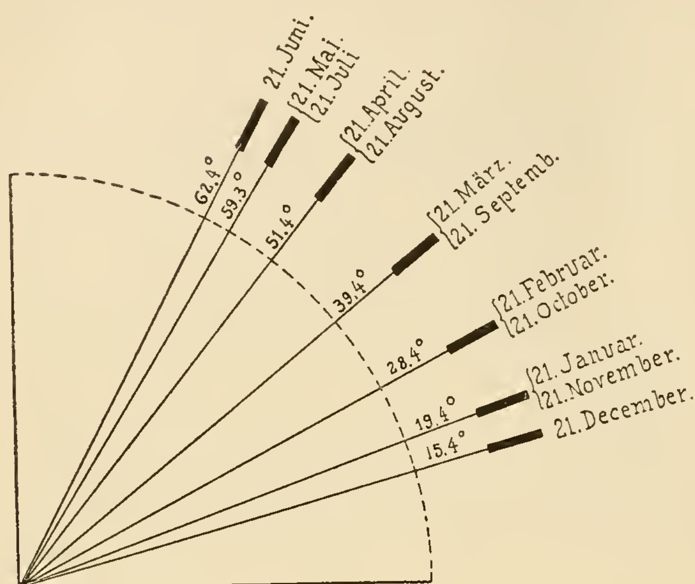


Fig. 62.
Zenithwinkel des jeweiligen Sonnenstandes in Mitteldeutschland.

Die Fig. 62 giebt den Winkel an, den die im Zenith stehende Sonne mit der Horizontalen am 21. Tage des eingeschriebenen Monats bildet; der Ergänzungswinkel zum Rechten ist der mit der verticalen Wand gebildete Winkel.

In Fig. 63 und 64 ist dargestellt, in welcher Ausdehnung und Weise die durch ein nach Süden gerichtetes Fenster eindringenden Sonnenstrahlen sich am längsten und kürzesten Tage des Jahres in einem Zimmer vertheilen. Man sieht, wie wenig tief die Strahlen im Hochsommer eindringen, wie dicht am Fenster sie auf den Boden fallen, und wie andererseits die Strahlen der Wintersonne durch dasselbe Fenster hindurch den ganzen Raum erfüllen.

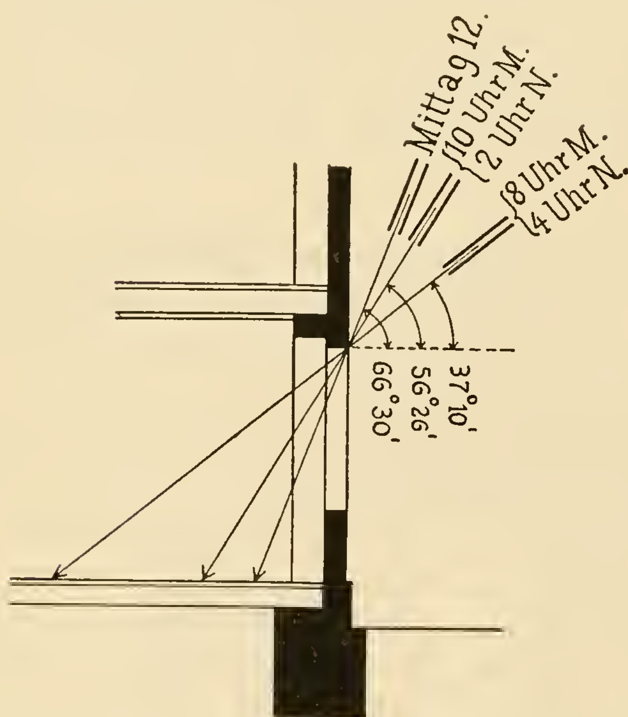


Fig. 63. Richtung der durch ein nach Süden gelegenes Fenster in ein Zimmer eindringenden Sonnenstrahlen am 21. Juni, und Fig. 64, am 21. December.

Die Fig. 65 lehrt, dass die nach Süden gerichtete Hauptfront eines in der West-Ostrichtung orientirten Hauses im Winter von Sonnenaufgang bis -Untergang bestrahlt wird, während sie am 21. Juni ebensolange als die Ost- und Westseite, nämlich ungefähr acht Stunden, beschienen ist. Dabei ist im Sommer der mit der senkrechten Südwand von den Sonnenstrahlen gebildete Winkel erheblich kleiner als der mit der Ost- und Westwand gebildete.

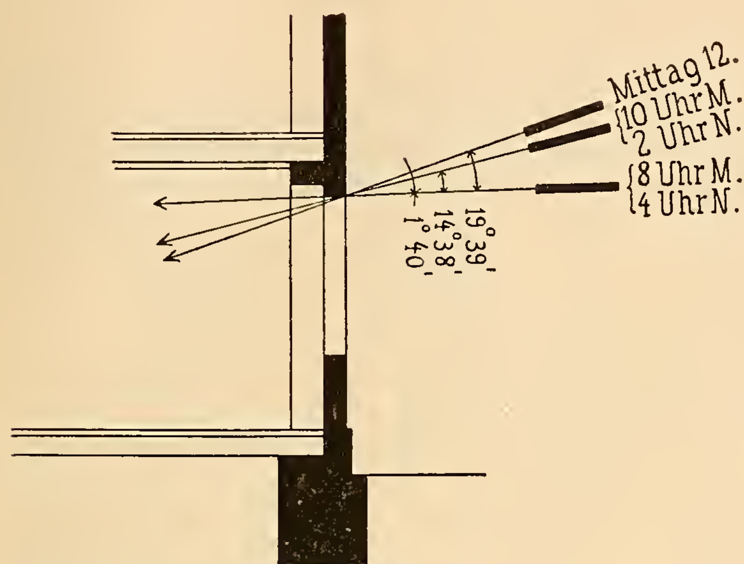


Fig. 64.

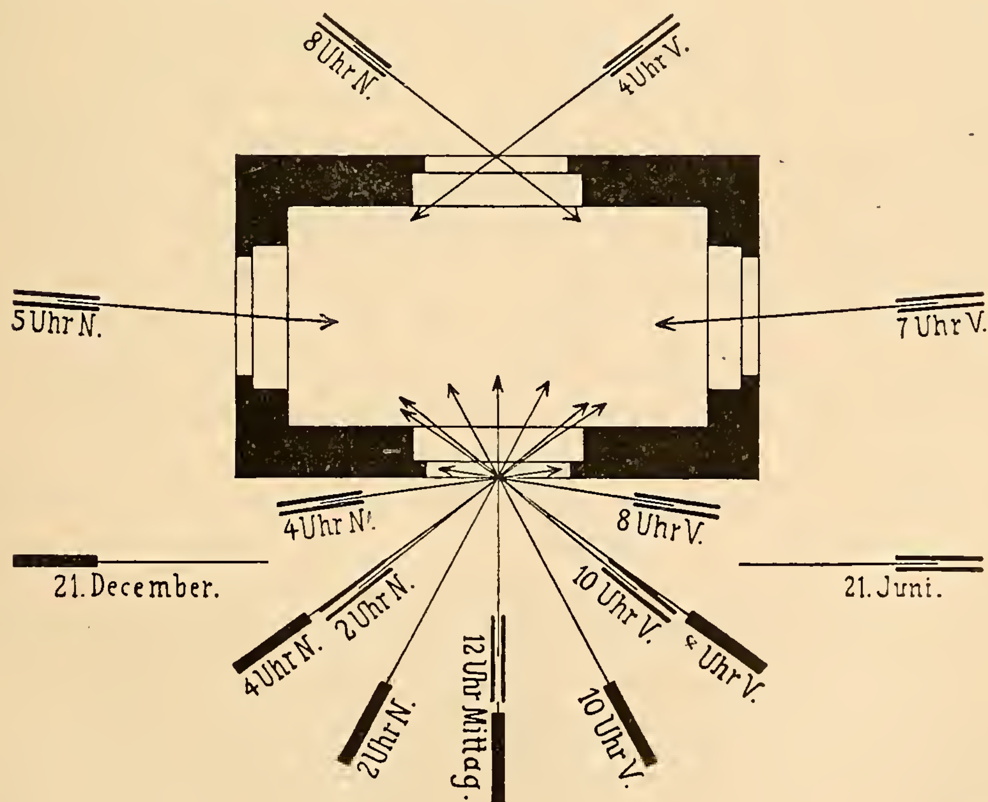


Fig. 65. Bestrahlung eines freiliegenden Hauses am 21. Juni (———══) und am 21. Dezember (———▬▬).

Knauf-Heidelberg berechnete die Wärmemengen, welche von den lothrechten Wänden eines mit den Seitenflächen nach Norden, Menge der Wärme.

Osten, Süden und Westen orientirten Würfels von 1 m Seite in bestimmten Perioden aufgenommen werden, und fand, wenn er die durchschnittliche Bewölkung von Karlsruhe mit in Rechnung brachte, folgende Kalorien:

Periode.	Ost- od. Westseite.	Südseite,	Nordseite.
Heisse Zeit v. 22./6.—26./8.	74493 Kal.	92094 Kal.	
Herbstübergangszeit v. 27./8.—1./10.	32501 „	63785 „	
Heizperiode v. 2./10.—15./5.	82339 „	199041	— „
Frühlingsübergangszeit v. 16./5.-21./6.	33070 „	35165	— „

Aus diesen Zahlen folgt ebenfalls, dass die Südwand im Sommer weniger, im Winter mehr Wärme aufnimmt als die West- oder Ostwand.

Richtung für freiliegende Häuser.

Man soll also freistehende Gebäude, welche die Hauptzimmer an *einer* Seite haben, in die West-Ostrichtung stellen, so zwar, dass die Ost- und Westseite wenig, die Südseite viele Fenster erhält. Bei dieser Anordnung werden in der heissen Jahreszeit die fensterarme Ost- und Westseite die in grösster Menge auffallenden Sonnenstrahlen absorbiren und sie entweder zur Wasserverdunstung verwenden oder, sobald die Sonne fort ist, wieder abgeben und nur ungefähr $^1/_5$ in die Innenräume schicken, während die Fenster der Südseite die leuchtenden Strahlen dicht vor sich auf den Boden fallen lassen und die dunklen Wärmestrahlen nicht durchlassen. Im Winter hingegen, wo man der Wärme bedarf, dringen die ohnehin sehr matten Ost- und Weststrahlen nicht in das Zimmer, während die kräftigeren Südstrahlen das ganze Zimmer durchleuchten und durchwärmen.

Die Zeichnung (Fig. 66) giebt an die Zimmer- und Fensteranordnung des Erd- und Obergeschosses eines nach Norden und Nordwesten geschützten, sonst frei an einem Nord-Süd-Hang liegenden Hauses. Die Küche liegt im Kellergeschoss, dessen vordere Räume mit ihren Betonfussböden ebenerdig sind. Das Wohnzimmer hat eine mehr als geschosshohe Glasveranda, welche das diffuse Himmelslicht und die Wintersonne ungehindert in das Zimmer treten lässt, dagegen den Sonnenstrahlen der warmen Jahreszeit den Eintritt verwehrt. Die betonirte Decke der Veranda bildet einen Altan, welcher von beiden Schlafzimmern aus mittelst Doppelthüren zugängig ist.

Müssen die Hauptfronten eines Gebäudes nach West und Ost gerichtet werden, so empfiehlt es sich die Wohnzimmer an die West-, die Schlafzimmer an die Ostseite zu legen, um der

lästigen Ueberwärmung während des Hochsommers möglichst zu entgehen.

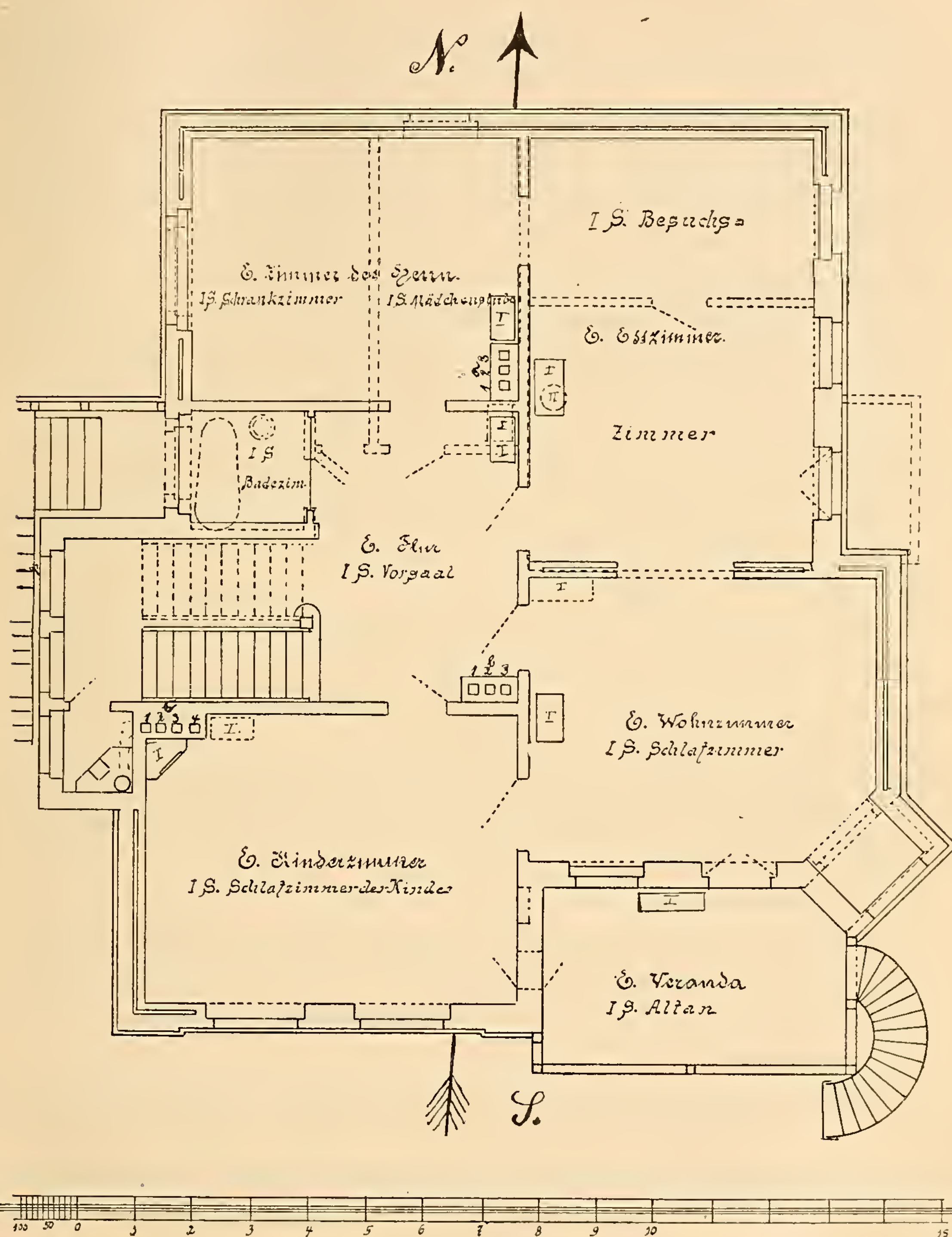


Fig. 66. Grundriss eines Privathauses in einem Villenviertel Jenas. Die mit E bezeichneten Räume liegen im Erdgeschoss (Hochparterre), die mit IS bezeichneten und die gestrichelten Zimmerumgrenzungen und Thüren im Obergeschoss. a1 Schornstein der Localheizung der Gastzimmer. a2 Schornstein der Centralheizung. a3 Ventilationschacht für d. Herrenzimmer. b1 Ventilationsschlot f. d. Kinderschlafzimmer. b2 Ventilationsschlot für das Wohnzimmer. b3 Ventilationsschlot für das Schlafzimmer. c1 Ventilationsschlot f. das Abfallrohr und die Tonne. c2 Küchenschornstein. c3 Ventilationsrohr f. d. Schwadenfang der Küche. c4 Ventilationsrohr f. d. Kinderzimmer. I Heizkörper (Bechem & Post). II Füllofen.

Breite und Orientirung der Strassen.

Sollen das Licht und die Wärme der Wintersonne unserer Breiten (etwa 48°) auch am 21. Dezember, wo die Sonnenhöhe etwa 16° beträgt, voll ausgenutzt werden, so darf ein gegenüberstehendes Haus von der Höhe h auf das erstere Gebäude keinen Schatten werfen. Das geschieht bei äquatorialer Hauslage nicht, wenn die Breite der Strasse ungefähr gleich 2,5 h ist. Begnügt man sich mit einer Bestrahlung bis auf die unteren Fenstersohlbänke, so ist ein Gebäudeabstand von 2 h ausreichend; das giebt, wenn die Haushöhe mit 20 m begrenzt ist, eine Strassenbreite von 40 m. Soviel Grund und Boden kann wegen des hohen Preises in den Städten nicht für Strassen verwendet werden, ausserdem würden so breite Strassen in Anlage und Haltung viel zu theuer sein. Dazu kommt, dass bei dieser Stellung die Nordfronten beider Hausreihen überhaupt kein Sonnenlicht und keine Sonnenwärme erhielten. Während also die äquatoriale Lage für ein Einzelhaus, Schule, Krankenhaus u. s. w. mit den Haupträumen nach Süden die richtige ist, ordnet man besser die Strassen nicht so an.

Aequatoriale,

meridianale Lage

Gäbe man den Strassen nach Vogt-Bern eine meridianale Lage, so würden beide Fronten beider Häuserreihen Sonne bekommen, aber im Winter weniger, im Sommer erheblich mehr als bei äquatorialer Lage, was entschieden ein grosser Fehler wäre. Zudem müsste bei 20 m Haushöhe die Strasse ebenfalls 50 m breit sein, wenn, wie Vogt will, die Sonne am 21. Dezember von 10—12 die eine, von 12—2 Uhr die andere Seite bis unten hin bescheinen soll.

In beiden Fällen würden rechtwinklig schneidende Querstrassen die Vorzüge und Nachtheile des anderen Systems haben. Man verzichtet daher auf beide Anordnungen und wählt die Diagonalrichtung.

Nimmt man, wie vielfach und mit Recht vorgeschlagen ist, eine Strassenbreite, welche der Haushöhe gleich ist (h=b). und legt die Strassen von Nordosten nach Südwesten, bez. von Südosten nach Nordwesten, so wird jede Front Sonnenlicht bekommen, wenn auch gegen den 21. December hin nur wenig davon in die Parterreräume dringt (v. Gruber). Bessere Besonnung wird gewährt, wenn die Strassenbreite anderthalbmal so gross ist als die Haushöhe. Indessen lässt sich mit dem Verhältniss h=b auskommen, sofern die Kehrseiten der Häuser ebensoviel Licht bekommen.

In den Städten entstehen die Höfe durch nahes Zusammenliegen mehrerer Häuser oder durch starke Bebauung der einzelnen

Grundstücke mittelst Hintergebäuden oder Flügelbauten. In diesen liegen nicht nur Wirthschafts-, sondern auch Wohn- und Schlafräume; somit sind an die Höfe dieselben Ansprüche bezüglich der Belichtung und Besonnung zu stellen als an die Strassen. In den älteren Stadttheilen kann allerdings dieser an sich gerechte Wunsch nicht mehr erfüllt werden, dahingegen ist für die noch unbebauten Bezirke seine Durchführuug möglichst anzustreben. Die engen Höfe haben ferner den Nachtheil, dass die Luft an windstillen Tagen sich nicht ausgiebig bewegt, in der heissen Zeit somit leicht eine Ueberwärmung eintritt, und die Furcht vor Beobachtung durch die gegenüber Wohnenden, das Verhängen der Fenster und damit einen Luft- und Lichtabschluss bewirkt.

3) Diffuses Licht. Das directe, strahlende Sonnenlicht trägt in dem grösseren Theile des Jahres weniger zur Erhellung der Zimmer bei als das diffuse Himmelslicht. Auf dieses ist bei Anlage und Einrichtung von Wohnungen daher gleichfalls Rücksicht zu nehmen und zwar um so mehr, als sich die Anlage der Strassen in erster Linie nach den Anforderungen des Verkehrs und den Terrainverhältnissen richtet. Man muss für einen Raum so viel Licht verlangen, als zur Ausführung der darin vorzunehmenden Arbeiten reichlich genügt. In den eigentlichen Wohnräumen soll es so hell sein, dass man darin möglichst überall bequem lesen und schreiben kann. Hierzu ist eine Lichtmenge von 10 Meterkerzen (siehe Kap. Beleuchtung) erforderlich.

Lichtmenge.

Das zerstreute, vom Himmel niederstrahlende Licht ist am intensivsten, wenn es von Theilen des Himmelsgewölbes kommt, die dem jeweiligen Sonnenstand benachbart sind; abgesehen hiervon ist das Licht der mittleren Theile intensiver als das des Horizonts.

Lichtintensität.

Führt man die Fenster recht hoch, bis zur Decke, hinauf, macht man die Zimmer nicht zu tief, so dringt das vom Zenith kommende Licht weit in das Zimmer hinein; kommt hierzu noch eine Fenstergrösse, welche sich zur Bodenfläche ungefähr wie 1 : 5 verhält und eine nicht dunkle Wandbekleidung, dann ist die Helligkeit hinreichend. Die Schwierigkeit besteht jedoch bei nicht freiliegenden Gebäuden darin, ein genügend grosses Stück freien Himmels zu erhalten.

Fensteranordnung.

Hindernd stehen wieder die Häuser der gegenüber liegenden Seite im Wege. Nimmt man, wie vorhin, die Strassenbreite gleich der Häuserhöhe an, so werden die Zimmer der Obergeschosse genügendes Licht erhalten. In die Erdgeschosse dringt das Himmelslicht bei dieser Anordnung nicht weit über 2 m tief

Strassenbreite.

ein: die übrigen Theile der Zimmer müssen sich mit reflectirtem Licht begnügen und sind für Ausführung feinerer Arbeiten ungeeignet. Die schon wegen der Besonnung erwünschte Strassenbreite b=1,5 h würde auch hier gute Dienste leisten. Die Fig. 67 zeigt diese Verhältnisse; die Schraffirungen bedeuten die Zimmerabschnitte, welche freies Himmelslicht nicht bekommen, wenn die Strassenbreite gleich der Haushöhe ist; für b=1,5 h sind nur die Linien gezogen.

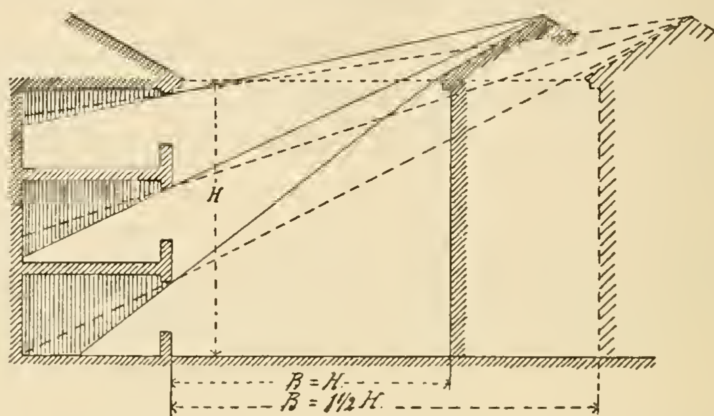


Fig. 67. Die Lichtvertheilung in einem dreistöckigen Hause, wenn die Strassenbreite gleich der einfachen oder anderthalbfachen Haushöhe ist.

4) Freie Plätze. Für die Einwohner der Städte, welche in Luft und Licht und Sonnenwärme beschränkt sind, oder welche ein gesteigertes Bedürfniss hiernach haben, wie die Kinder, Greise, Reconvalescenten, Schwächliche, bilden die freien Plätze gewissermassen Licht- und Luftreservoire. Man theilt die Plätze ein in Verkehrs-, Markt-, Architectur- und Gartenplätze. Erstere 3 können als Tummelplätze für die Kinder dienen. Für Erwachsene sind hauptsächlich die Gartenplätze die Erholungsstätten. Sie brauchen nicht sehr gross zu sein, dagegen sollen sie nicht in, sondern neben den Strassenzügen liegen und zahlreich vorhanden, also bequem erreichbar sein; einige derselben sind jedoch als Kinderspielplätze einzurichten. Ausserdem sollten die Gemeinden dafür sorgen, dass in nächster Nähe des Ortes sich ein Stadtgarten oder Stadtpark, zum mindesten aber ein grosser Spielplatz befindet zur Benutzung für Jung und Alt.

b) Die Vermeidung der Entstehung und Ausbreitung von Krankheiten.

Wohndichtigkeit und Erkrankungen

Die Morbidität und Mortalität der Bevölkerung nimmt zu mit der Dichtigkeit des Wohnens. Das gilt in erster Linie für die Brechdurchfälle der Kinder; während in Preussen auf dem Lande

an dieser Krankheit 2,67 auf 10 000 Lebende starben, gingen in den Städten 14,4 daran zu Grunde; das gilt aber auch für andere Krankheiten: in Berlin erkrankten im Jahre 1880 in 10 Bezirken mit einer Durchschnittszahl von 42,2 Hauseinwohnern niemand am Typhus; in 7 Bezirken mit einer Einwohnerzahl von 97 dahingegen 31—53; in Leipzig starb in den Strassen mit einer Bevölkerungsdichte von 1 Bewohner auf 1 Zimmer 1,1 %, über 3 auf 1 Zimmer 3,4 % der Bevölkerung. Indessen trägt die Dichtigkeit der Bevölkerung nicht allein die Schuld, denn dicht wohnt die ärmere Bevölkerung; es kommt also hinzu eine weniger widerstandsfähige Constitution, angestrengte Arbeit, unsolides oder doch nicht vorsichtiges Leben, schlechte Ernährung, Unreinlichkeit und mangelndes Verständniss für gesundheitliches Leben, und dergleichen mehr.

Der Mangel an Raum bewirkt eine ungenügende Ventilation, die schon geathmete Luft wird also immer wieder geathmet; hierzu kommt sehr häufig die Ueberhitzung der Zimmer und eine abnorme Feuchtigkeit; weiter treten hinzu die durch Ueberfülle gesteigerte Unordnung und Unsauberkeit, die Massenhaftigkeit der Abfallstoffe; ferner bewirkt der Wohnungsmangel bezw. der Preis, dass nicht selten gesundheitlich unzulässige, vor allem feuchte und dunkle Räume als Wohnungen benutzt werden. Durch alles dieses wird den constitutionellen Krankheiten, Rheumatismen, Anaemie u. s. w. Vorschub geleistet und eine geringe Resistenzfähigkeit gegen andringende Infectionskrankheiten geschaffen; so starben in Preussen in einem Jahre von 10 000 Personen der Landbevölkerung 26,8, aber 34,4 der Städtebewohner an Tuberkulose. Die Krankheitskeime vermögen sich zudem in dumpfen, dunklen, feuchten Wohnräumen länger zu halten als in trockenen.

Verhütung der Ueberfüllung.

Um der Entstehung und Ausbreitung von Krankheiten durch die Anlage von Wohnungen entgegenzutreten, ist daher zunächst erforderlich, die Ueberfüllung der Wohnungen zu verhindern, d. h. es müssen die Miethen möglichst gering sein, damit die Leute sich geräumigere Wohnungen beschaffen können. Alles, was die Billigkeit des Bauens ermöglicht, ist gesundheitlich werthvoll.

In erster Linie steht billiges Bauterrain, dann möglichste Erleichterung der allgemeinen Baukosten, also für Be- und Entwässerung, für Strassenanlagen und Aehnl., und zuletzt Verminderung der eigentlichen Baukosten, billige und gute Materialien und nicht zu strenge Polizeivorschriften bezw. der Bau- und Feuersicherheit.

Wenn billig gebaut werden kann, dann sind auch die grossen Miethskasernen nicht erforderlich, dann können Familienhäuser (siehe Kapitel Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen) erbaut werden, deren sanitäre Vortheile auf der Hand liegen.

Ueber die Grösse, Höhe, Trockenheit, Belichtung der einzelnen Räume gilt das in den vorigen Kapiteln Gesagte.

Um die sanitären Gefahren der grossen Zinshäuser zu vermindern, — in Berlin enthalten 32 % der bebauten Grundstücke über 20 Wohnungen — ist erforderlich, dass Brandmauern (von unten bis oben durchgehende massive Mauern ohne Oeffnungen) die einzelnen Abtheilungen des Hauses von einander sondern, so dass eine horizontale Communication der Parteien unmöglich ist; dann sind die Flure jedes Abtheils möglichst durch Scheidewände zu trennen, so dass nur Vorflure und Treppen gemeinschaftlich sind. (Siehe die Abbildung der Arbeiterhäuser Wilhelmsruhe, Kapitel Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen.) Auf die Nothwendigkeit gesonderter Aborte ist schon aufmerksam gemacht worden.

Reinlichkeit der Häuser.

Der zweite wesentliche Factor, um die Begünstigung von Krankheiten durch das Zusammenwohnen zu verhüten, ist Reinlichkeit. Dieselbe hat sich zunächst auf die einzelnen Häuser zu erstrecken. Von den Privaträumen sehen wir hier ab. Die Treppen und Flure müssen täglich feucht gereinigt werden; alljährlich sollte ein neuer Kalkanstrich oder eine gründliche Abseifung und Abspülung der mit Oelfarbe gestrichenen Wände stattfinden; Tapeten empfehlen sich nicht. Auf den Treppen und Fluren sollen Wasser enthaltende Speigefässe stehen.

Die Höfe sind sorgfältig rein zu halten, ausserdem sollen sie täglich abgefegt oder abgespült werden. Das Ausgiessen von Schmutzwasser auf den Boden ist zu verbieten, dahingegen sind Ausgussbecken anzubringen. Der Müll ist bis zu seiner baldigen Entfernung in gut schliessenden Eisen- oder Steinkästen aufzuheben.

Was die Reinlichkeitsbestrebungen bezüglich der Häusercomplexe angeht, so ist für die Zuleitung von reinem Wasser, die Ableitung der Schmutzwässer und die Entfernung der Unrathstoffe (Müll und Fäcalien) in gehöriger Weise zu sorgen.

Strassen und Pflasterung.

Die Reinhaltung der Strassen und Höfe verlangt ein Pflaster, welches dem auffallenden Regen raschen Abfluss gewährt, bis zu einem gewissen Grade glatt, undurchlässig, fest, wenig und gleichmässig angreifbar und leicht zu reinigen ist. Der rasche Abfluss wird gewährleistet durch eine entsprechende Wölbung des Fahrdammes und geringe Neigung der Bürgersteige zu den

Rinnsteinen hin, durch gut gemauerte Rinnsteine mit dem nöthigen Gefälle und häufigen Anschluss an ein gutes Kanalsystem. Eine gewisse Glätte des Strassenpflasters wird verlangt, um den Ablauf des Wassers und die Reinigung zu erleichtern, sowie das Geräusch der Fuhrwerke zu mildern. Die Undurchlässigkeit ist nothwendig, um das Eindringen von Wasser, Schmutzstoffen und Infectionserregern zu verhindern. Die Festigkeit und gleichmässige geringe Angreifbarkeit des Strassenpflasters ist erforderlich, um die Glätte zu erhalten und die Bildung von Staub und Unebenheiten möglichst zu verringern. Chaussirung (Macadam) entspricht diesen Anforderungen keineswegs; künstliche oder natürliche Kopfsteine mit Ausfüllung der Fugen durch Kies mit Pech, Beton, Asphalt- oder auch Holzpflaster etc. sind besser zu verwenden. Die Reinhaltung geschehe durch Abfegen oder Abspülen; über den Verbleib des Strassenkehrichts siehe das Kap. Entfernung der Abfallstoffe. Das Besprengen der Strassen — mit einwandsfreiem Wasser selbstverständlich — hindert nur dann den Staub, wenn dieser nicht zu dick liegt; es hat daher die möglichst ausgiebige Reinigung der Strassen zur Vorbedingung; leider wird diese, besonders in kleineren Städten, in der Sprengperiode vielfach verabsäumt, und dann ist der sanitäre Nutzen der Besprengung selbstredend illusorisch. Die Strassenreinigung muss von der Stadtbehörde aus und nicht von den Anwohnern aus erfolgen.

B. **Die Stadtbebauungspläne und Bauordnungen.**

Die vorstehend besprochenen Maximen sollen in den Stadtbebauungsplänen und Bauordnungen ihren Ausdruck finden. Leider ist das nur zum geringen Theil der Fall, weil schon viele Bauordnungen aus einer Zeit stammen, in welcher auf die hygienischen Verhältnisse keine Rücksicht genommen wurde, da man sie nicht genügend kannte.

In den alten Stadtbezirken können sanitäre Verbesserungen nur mit grosser Schonung und unter Verzichtleistung auf manches hygienisch Wünschenswerthe durchgeführt werden, weil sie die berechtigten Interessen der Besitzer zu sehr schädigen würden. Bei Umbauten bezw. Neubauten ist jedoch Gelegenheit zur Aufbesserung gegeben; da lässt sich ein Zurückweichen der Häuser, also eine absolute, oder eine geringere Stockwerkzahl, also eine relative Verbreiterung der Strasse erzielen. Ebenso kann festgesetzt werden, dass das Grundstück weniger bebaut werden darf, was der Grösse des Hofraumes zu Gute kommt. Auch

Innenbezirke.

lässt sich auf die Höhe der Geschosse, die Art der Belichtung, kurz auf die sanitären Einrichtungen der Einzelwohnungen Einfluss gewinnen. Das Zusammenströmen vieler Menschen in den grossen Städten, die frühere Einengung der Orte durch Wall und Graben haben dort von jeher hohe Miethen bedingt, und dadurch ist eine erhebliche Steigerung der Hauspreise eingetreten; um die theuren Häuser möglichst rentabel zu machen, wurden viel Stockwerke übereinandergethürmt, durch die hohen Zinshäuser wurden wieder der Grund und Boden vertheuert. In diesen circulus vitiosus einzugreifen ist, wie erwähnt, sehr schwer. Es ist aber nothwendig, dass das von Seiten der Gemeinde geschehe, wenn es gilt dem Verkehr breitere oder neue Bahnen zu schaffen, oder gesundheitliche Missstände zu heben. Die meisten Staaten haben für ersteren Zweck das Enteignungsrecht den Gemeinden gewährt. Es wäre zu wünschen, dass sie dasselbe in Deutschland auch erhielten für die den neuen Strassen anliegenden Grundstücke, sei es um bessere Grundstückformen zu erzielen, sei es um gesundheitlich minderwerthige Wohnungen durch bessere zu ersetzen. In anderen Ländern können die Städte schlechte Blöcke und Stadtviertel enteignen, um gesundheitlich gute Wohnungen an ihrer Stelle entstehen zu lassen.

Strassensysteme.

Bei der Anlage neuer Stadttheile können sanitäre Fehler leicht vermieden werden. Gewöhnlich ist in der Umgebung der Städte die „wilde" Bebauung nicht gestattet, es muss vielmehr jeder Neubau in den Stadtbebauungsplan eingefügt werden. Die alten Städte waren meistens rund, halbrund oder viereckig angelegt. Die Strassen schlossen sich zum grossen Theil der Stadtumgrenzung an, und so finden sich in vielen alten Städten entweder concentrisch angeordnete Ringstrassen mit vom Centrum ausgehenden Radialstrassen, oder die Strassen stossen in ihren Hauptzügen mehr oder minder rechtwinklig auf einander. Bei der Aufstellung von Neubebauungsplänen schliesst man sich vielfach den vorbezeichneten Baulinien an, insofern als man die Radialstrassen über die alten Thore hinaus verlängert, „Radialsystem", und sie durch Ringstrassen mit einander verbindet, oder indem man die Strassen parallel legt und sie durch andere Strassen rechtwinklig schneiden lässt, „Rechtecksystem". Wo Terrainverhältnisse, Flussläufe, Verkehrscentren, z. B. vorhandene Bahnhöfe, dazu zwingen, ein winkliges Terrain auszunützen, wird gern im „Dreiecksystem" gebaut, weil sich bei dieser Anordnung lange Strassenfronten mit geringer Tiefe der „Häuserblöcke" erzielen lassen.

Die Strassen theilt man ein in Verkehrs- und Wohnstrassen. Erstere sind 20 m, als Hauptverkehrsstrassen 30 m breit, für schwere Lasten eingerichtet, die hohen Häuser dienen in ihren 3—4 oberen Stockwerken zu Wohnungen, in ihren Erdgeschossen zu Geschäfts- und Betriebsräumen. Die Wohnstrassen sollen zwei-, höchstens dreistöckige Häuser haben, nur 9—12 m breit und leicht, also billig hergestellt sein. Um sie für Luft und Licht zugänglicher zu machen, möge die „Baufluchtlinie" hinter die „Strassenfluchtlinie" zurückweichen, und der entstandene freie Raum zu Vorgärten benutzt werden (Fig. 135). Statut für Aussenbezirke.

Die durch die Strassen gebildeten Häuserblöcke lassen in der Mitte einen Raum frei. Sind die Blöcke gross oder tief, so wird gewöhnlich der Raum ausgenutzt zu Wohnungsanlagen in Seiten- oder in Quergebäuden, wodurch die Gefahr entsteht, dass diese Gelasse zu wenig Luft und Licht erhalten. Um dem vorzubeugen, fordert z. B. die Berliner Bauordnung, dass sich Kreise in dem freien Hofraum schlagen lassen, deren Durchmesser bei Anlage von Seitengebäuden gleich $^3/_4$, von Quergebäuden gleich der vollen Höhe der Hintergebäude sind. Durch den Aneinanderschluss der so entstandenen freien Gärten oder Höfe entsteht im Innern des Blocks ein ziemlich grosser freier Raum. Kleine Blöcke lassen Hintergebäude kaum zu. In dieser Weise wird dafür gesorgt, dass in „Aussen-" oder „Vorstadtbezirken", wo der Grundbesitz bereits einen reellen hohen Werth hat, den Miethern Luft und Licht gewahrt werden, dagegen wird durch diese Bestimmungen der Bau von Miethskasernen nicht gehindert.

Für die „Vorortbezirke" geht das Streben dahin, die Miethskaserne, das grossstädtische Zinshaus, nicht entstehen zu lassen, sondern billige Wohnungen in kleinen Häusern zu schaffen. Das lässt sich erreichen durch das Verbot, Zinshäuser grossen Stils zu bauen, z. B. über zwei Stockwerke hinauszugehen, sowie durch die Forderung, etwa die Hälfte des Bauplatzes frei zu lassen und Blöcke von geringer Tiefe zu construiren. Mit solchen Vorschriften wird der Bodenspeculation vorgebeugt, und die Bauplätze bleiben billig. Die einzelnen Häuser können mit oder ohne Vorgärten zu geschlossenen Strassen aneinander gereiht werden, was im Interesse grösserer Billigkeit und besserer Wärmehaltung liegt (Fig. 135), oder es wird die Vorschrift erlassen, die Häuser mehrere Meter von der Nachbargrenze entfernt zu halten, „Bauwich". Durch diese „offene" Bauweise werden dann „Landhausbezirke" eingerichtet, welche die gesundheitlich besten Chancen bieten und fern vom rauschenden Lärm Statut für Vorortbezirke.

des Menschengewühls die Möglichkeit der Ruhe und Sammlung gewähren. Auch Arbeiter-Colonien hat man ganz im Villenstil eingerichtet (Fig. 134).

Um von diesen, den reinen Wohnzwecken dienenden Gebäudegruppen das Getriebe der Industrie fern zu halten, sollte mehr von dem § 23 der Reichsgewerbeordnung Gebrauch gemacht werden, wonach durch Ortsstatut die concessionspflichtigen Anlagen (§ 16 der Gewerbeordnung) in bestimmte Ortstheile verwiesen werden können, in anderen nicht gestattet zu werden brauchen. Die Städte haben bis jetzt diese Erlaubniss wenig benutzt, anscheinend, weil aus Nützlichkeitsgründen (Nähe der Eisenbahn etc.) diese Arten von Anlagen sich in gewisse Gebiete von selbst zusammendrängen und andere freilassen. Die feuergefährlichen oder giftige, übelriechende Producte erzeugenden oder grossen Lärm verursachenden Industrien und Betriebe sind concessionspflichtig.

Wohnungspolizei. Mit den baulichen Vorschriften allein ist es nicht gethan, es muss eine Wohnungspolizei eingerichtet werden, welche die Wohnungen darauf hin prüft, ob sie den gesundheitlichen Anforderungen entsprechend hergestellt sind und entsprechend benutzt werden. Nur auf diese Weise lassen sich die schlechten Wohnungen ausmerzen, und die Ueberfüllung brauchbarer Wohnräume verhindern. In England hat man mit diesen Inspectors of nuisance, Gesundheitsaufsehern, die besten Erfahrungen gemacht; in Deutschland ist zur Zeit in Hessen eine wenigstens ähnliche Einrichtung getroffen.

Literatur: Verhandlungen des Deutschen Vereins für öffentl. Gesundheitspflege 1888, 1889, 1891, 1893, 1894, 1895. — Die Verbesserung der Wohnungen, aus: Schriften der Centralstelle für Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen 1892. v. Gruber, Intern. hyg. Congress, Wien 1887. Weil's Handbuch der Hygiene, Bd. IV, Wohnungshygiene, 1896.

Die Wärmeregulirung der Wohnungen.

I. Der Schutz gegen die Wärme.

Während der heissesten Monate des Jahres kann in unseren Gegenden dem Dach und den Wänden des Hauses insonderlich der Ost- und Westwand, eine grosse Menge Wärme durch die Sonnenbestrahlung zugeführt werden. Sie hängt ab, ausser von dem Einfallswinkel, von der Intensität und Dauer der Bestrahlung, welche beide sehr durch die Bewölkung beeinflusst werden, auch von der Masse, Art und Farbe der Hauswände, und dringt erst im Verlaufe vieler Stunden von aussen nach innen durch die Wände hindurch (Flügge). Insolation:

Die an den Strassen liegenden Häuser haben von der Insolation weniger zu leiden als die frei liegenden, ebenso die unteren Stockwerke weniger als die oberen. Der zu starken Erwärmung der Innenräume durch die Insolation kann man entgegentreten durch das Anbringen schattenspendender Pflanzen oder Gegenstände an oder vor der Aussenseite der Wände, durch einen weissen Anstrich, oder durch eine reichliche Luftcirculation vermittelst der früher besprochenen Zwischenschicht unter Anbringung von Oeffnungen am oberen und unteren Theile der Aussenmauer. Bezüglich des Daches ist schon gesagt, dass zwischen ihm und der Decke der Wohnräume eine bewegliche Luftschicht eingeschaltet sein muss. Sind diese Verfahren nicht angängig, so bleibt nur eine ausgiebige Ventilation der Zimmer selbst übrig. Die durch Verdunsten von Wasser oder Schmelzen von Eis verursachte Wärmeabsorption ist unbedeutend gegenüber der grossen Wärmemasse, die in der Wand steckt. Wärmeschutz.

Die durch die Fenster eindringende Sonnenwärme hält man ab durch ausserhalb der Fenster angebrachte Rouleaux oder Jalousien. Bei grosser Wärme ist es angebracht, zur heissen Zeit des Tages die Thüren und Fenster geschlossen zu halten

und den Sonnenstrahlen den Eintritt durch ausserhalb der Fenster angebrachte Schutzvorrichtungen zu verwehren, dagegen des Nachts Thüren und Fenster zu öffnen und so starke Abkühlung zu erzeugen.

II. Der Schutz gegen die Kälte.

A. Der Wärmebedarf und die Brennmaterialien.

Grösse des Wärmebedarfs. Im Allgemeinen wird der Schutz gegen die Wärme weniger gesucht als der gegen die Kälte. Die für den Winter erwünschte Wärme richtet sich nach dem Zweck der Räume, der darin zu leistenden Arbeit und der in ihnen getragenen Kleidung, sie beträgt, in Kopfhöhe gemessen, für Badezimmer etwa 23°, Wohnzimmer, Schulen etc. 18—20°, Schlafzimmer 14—15°, Krankenzimmer, Werkstätten 18°, Eisenbahnwaggons und Kirchen 10—12°.

Um zu wissen, wieviel Wärme zur Erhaltung dieser Temperaturen zugeführt werden muss, ist es nothwendig, die Wärmemengen zu kennen, welche die zu heizenden Räume abgeben. Wärmeverlust. Die Wärmeabgabe ist der Grösse der den Raum einschliessenden Wände proportional, und sie ist abhängig von der Beschaffenheit der Umgrenzungen, ausserdem kommt in Betracht die Grösse der Ventilation. Durch letztere werden abgeführt 0,24 L (ti—te) Wärmeeinheiten, wobei L die stündlich hindurchventilirte Luftmenge in kg, ti die Temperatur der austretenden, te der eintretenden Luft bedeutet. Gewöhnlich wird nur die künstliche Ventilation wegen ihrer oft sehr bedeutenden Ausgiebigkeit in Rechnung gezogen.

Ein qm Innenwand aus gewöhnlichen guten Backsteinen giebt bei einer Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen von 1° stündlich ab: bei einer Mauerstärke von 15 cm ($^1/_2$ Stein stark und verputzt) 1,98 grosse Wärmeeinheiten, von 30 cm (1 Stein stark) 1,43, von 45 ($1^1/_2$ Stein stark) 1,18, von 60 (2 Steine stark) 0,81 WE. Eine Aussenwand giebt ab: bei 1 Steinstärke 1,55, bei $1^1/_2$ Steinstärken 1,15, bei 2 Steinstärken 0,90 WE; für Doppelfenster beträgt der Verlust unter gleichen Bedingungen 2,0 WE, für einfache Fenster und für Thüren 3,5, für Fussböden 0,5, für Decken 0,5 bei geheizten, und 0,7 bei ungeheizten, oberen Zimmern. Zur Berechnung der erforderlichen Wärmemenge legt man für die zu heizenden Räume die vorhin angegebenen Temperaturen zu Grunde und nimmt — für Mitteldeutschland — als kälteste Aussentemperatur — 20° an. Die auf vorstehende Weise für 1° Differenz gefundene Wärmeabgabe

muss also für Wohnzimmer mit 40 multiplicirt werden, um die Gesammtwärmeabgabe pro Stunde zu erhalten. Wenn das Zimmer nach Norden oder in der herrschenden Windrichtung liegt, so ist zu jener Summe ein Zuschlag von 20% hinzuzufügen. Bei intermittirender Heizung findet nachts eine starke Abkühlung statt; um diesen Verlust auszugleichen, muss am Tage bei geschützt liegenden Häusern 10%, bei exponirt liegenden Häusern 30% mehr Wärme zugeführt werden. Bei der Auswahl eines Heizkörpers für ein Zimmer kommt es also mehr auf die Grösse der Ventilation und auf die Begrenzungsflächen als auf den Cubicinhalt des Raumes an.

Ein Theil der Wärme wird von der Aussenluft den Wohnräumen mitgetheilt, ein anderer wird durch die vorhin erwähnte Bestrahlung der Wände und durch das Eindringen der leuchtenden Sonnenstrahlen durch die Fensterscheiben geliefert. Die Strahlen kurzer Wellenlänge, die leuchtenden Strahlen, durchsetzen das Glas ungehindert; sie werden von den im Zimmer befindlichen Gegenständen absorbirt und in dunkle Wärmestrahlen umgewandelt, für welche das Glas undurchgängig ist. Die Wärme wird also gewissermassen gefangen. An klaren Wintertagen ist ihre Menge bei den nach Süden liegenden Fenstern in den Mittagsstunden eine ganz erhebliche. Die ausserdem noch erforderliche Wärme hat die Heizung zu liefern. **Wärmequellen.**

Die Heizungswärme wird erzeugt durch Verbrennungsprocesse in besonderen Heizapparaten.

Die Brennmaterialien zeichnen sich aus durch ihren hohen Gehalt an C und H. Die Brennstoffe sind entweder feste oder flüssige Körper, Holz, Steinkohle, Petroleum, oder Gase; letztere bestehen hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffen, Wasserstoff und Kohlenoxyd. Die nicht verbrennbaren und nicht flüchtigen Theile bilden die Asche.

Man unterscheidet zwischen Brennbarkeit, d. h. dem Vermögen mehr oder minder leicht entzündet zu werden — die Brennbarkeit des Torfes ist grösser als die des Anthracits —, und Entflammbarkeit, d. h. dem Vermögen, mit Flamme zu brennen; dieses können nur Körper, welche durch die Hitze brennbare Gase abspalten, also wasserstoffhaltig sind, der Kohlenstoff als solcher glüht, aber er brennt nicht mit Flamme; hiernach ist die Steinkohle entflammbar, der Koks nicht. — Durch die Verbrennung wird der Wärmeeffect erzeugt; man unterscheidet dabei: 1. die Brennkraft (absoluter, kalorimetrischer Wärmeeffect) oder die Wärmemenge; diese ist gleich der Zahl der Wärme- **Definitionen.**

einheiten, ausgedrückt in kg Wasser, welche durch vollständige Verbrennung von einem kg des Materials um 1° erwärmt werden; 2. die Heizkraft (pyrometrischer Wärmeeffect) oder die Höhe der Temperatur, welche sich durch Verbrennung von 1 kg des Materials erzielen lässt. Brennwerth ist die Beziehung der Brenn- und Heizkraft eines Brennmaterials zu seinem Preis. Den Wärmeeffect der gebräuchlichsten Brennstoffe zeigt die nachfolgende Tabelle:

Brennmaterial	Wärmeeffect absoluter. WE.	Wärmeeffect pyrometrischer Grad C.
Holz	2990	1950
Torf	2740—3900	2110
Braunkohle. .	4180	2250
Steinkohle . .	5000—8000	2500
Holzkohle . .	7440	2480
Koks	6800	2480
Anthracit . .	8000	2510
Leuchtgas . .	10110	2466

Luftzufuhr.

Um Verbrennung zu erzielen, ist Sauerstoff nothwendig. Die Intensität der Verbrennung lässt sich durch die mehr oder minder starke Zufuhr der Luft regeln; 1 kg C braucht theoretisch 8,7 cbm Luft, 1 kg H 26 cbm Luft, um zu CO_2 bezw. H_2O zu verbrennen; in der Praxis ist mindestens das doppelte Luftvolumen erforderlich, weil die vollständige Verbrennung nur bei Ueberschuss von O statthat. Gewährt man zuviel Luft, so geht ein grosser Theil des Heizeffectes durch die Erwärmung dieser Luft verloren; gewährt man zu wenig, so ist die Verbrennung eine unvollständige.

Nutzbarer Heizeffect.

Zuweilen wird in den Oefen nicht mehr als 30 % der erzeugten Hitze zur Erwärmung der Zimmer verwerthet („nutzbarer Heizeffect"), über 75 % geht die Ausnutzung nicht gerade häufig, doch lässt sich bis über 90 % erzielen; Kamine liefern nur 6—12 % der berechneten Wärme. Die Wärmeverluste entstehen durch Einleitung zu heisser Gase in den Schornstein, durch Zufuhr von zu viel Luft und durch mangelhafte Verbrennung.

Rauchbelästigung.

Bei letzterer, wenn also nicht aller C in CO_2 und aller H in H_2O umgewandelt ist, entweicht ein Theil des C als Kohlenoxyd, als Kohlenwasserstoffe oder als Kohlenpartikelchen, Russ, in die Luft. Letzterer ist lästig und für schwächliche und alte Personen schädlich, entweder direct, indem er Katarrhe erzeugt bezw. bestehende Katarrhe an der Heilung verhindert, oder indirect, indem er die erforderliche Lüftung der Wohnungen un-

möglich macht. Ein Gesetz gegen die Rauchbelästigung existirt in Deutschland nicht; locale Vorschriften sind hier und da erlassen. Die sog. rauchverbrennenden Feuerungen beruhen entweder auf einer sehr vorsichtigen temporären oder auf einer continuirlichen Beschickung mit Brennmaterial, beide Male unter langsamer Vergasung desselben, oder auf Zuführung hocherwärmter Luft, oder auf einer besonders ausgeführten Vergasung des Brennmaterials und davon getrennter Gasverbrennung unter Beimischung von heisser Luft (Gasfeuerung, Regenerativfeuerung). Bei dem Käufer'schen Ofen, s. S. 205, ist die Feuerbrücke und die Luftzuführung sichtbar gemacht.

B. Die Anforderungen an gute Heizeinrichtungen.

Von einer guten Heizanlage verlangt man, eine gute Ausnützung des Brennmaterials vorausgesetzt,

1) dass sie unter allen Umständen das gewünschte Quantum Wärme, sei es viel, sei es wenig, liefere, dass sie also leistungsfähig und regulirbar sei; **Regulirbarkeit.**

2) dass die Wärme eine gleichmässige, milde sei. Gut durchgewärmt, „gemüthlich warm", findet man nur diejenigen Zimmer, in welchen nicht nur der Ofen, sondern auch die Möbel und die Wände, Decke und Fussboden warm sind. Erhält man hingegen von einem hoch temperirten Heizkörper auf der einen Seite strahlende Wärme, und giebt man auf der anderen Seite durch Strahlung Wärme an die kalte, gut wärmeleitende Wand ab, so wird diese ungleiche Wärmevertheilung nicht blos von sensiblen Personen unangenehm empfunden; man sagt: es zieht durch die Wand. Der Ausdruck ist erklärlich, weil die Abkühlung durch Strahlung der Abkühlung durch Zugluft ähnlich ist. Das beste Mittel, eine gute Durchwärmung der Wohnräume zu erzielen, ist die continuirliche Heizung. Bei derselben werden die Wände durch die allmähliche Wärmeaufnahme ziemlich gleichmässig warm, und es verschwinden die lästigen Temperaturdifferenzen zwischen Zimmerluft und Wand. Zur gleichmässigen Erwärmung soll ferner eine gute Circulationsventilation beitragen; man umgiebt den Heizkörper mit einem Mantel, welcher einerseits die Strahlung verhindert, andererseits die warme Luft in raschem, gleichmässigem Strom zur Decke steigen lässt, während er die abgekühlte, am Boden befindliche Luftschicht in sich aufnimmt und so lebhafte Luftbewegung und damit Wärmetransport und Wärmevertheilung herstellt. Auch **Gleichmässige Wärme.**

soll eine kräftige Bestrahlung des Fussbodens in der Nähe der Oefen, wie sie z. B. durch die Gasreflectoröfen oder die Amerikaner-Oefen bewirkt wird, eine gleichmässige Erwärmung bewirken. Diese Auffassung wird jedoch nicht allgemein getheilt; nach Meidinger macht es keinen Unterschied für die Wärmevertheilung in Fussboden- und Kopfhöhe, ob ein Ofen mit Mantel versehen ist, oder ob er seine Wärme „abstrahlt", ob die Wärme gegen den Fussboden oder frei in das Zimmer geworfen wird;

Genügende Feuchtigkeit.

3) dass die Heizung keine zu grosse Trockenheit erzeuge. Die von aussen zugeführte Luft behält die Wassermenge bei, welche sie draussen hatte, sie wird aber durch die Erwärmung befähigt, mehr Wasser aufzunehmen. Je trockener, d. h. je kälter daher die Aussenluft, je wärmer die Innenluft ist, um so grösser ist das Sättigungsdeficit, um so geringer ist die relative Feuchtigkeit. Durch Entnahme des Wassers aus den Wänden, von den Körpern der Bewohner etc. wird das Deficit nach einiger Zeit zum Theil gedeckt, und damit schwindet das unangenehme Gefühl dei Trockenheit. Anders ist das Verhältniss, wenn die Luft lebhaft wechselt, weil dann immer neue Flüssigkeitsmengen abgegeben werden. Die als angenehm empfundene relative Feuchtigkeit eines geheizten, von einer oder von mehreren Personen benutzten Wohnzimmers beträgt ungefähr 40%. Um

Befeuchtung

diesen Gehalt bei lebhafter Ventilation zu bekommen, muss der erwärmten Luft Wasserdunst beigemischt werden. Man setzt zu dem Zwecke weite Schalen mit Wasser auf die Oefen, hängt angefeuchtete Zeugstreifen auf, oder man leitet die Luft, z. B. bei Centralluftheizungen, über grosse Wannen mit Wasser bezw. an feuchten Flächen vorbei, oder man treibt die erwärmte Luft durch einen Sprühregen, mischt ihr Dampf bei etc.;

Staub

Gase.

4) dass gasförmige oder staubförmige Verunreinigungen den Räumen durch die Heizung nicht zugeführt werden. Staubentwickelung entsteht bei denjenigen Heizapparaten, welche vom Zimmer aus beschickt oder geschürt werden. Die Gase können entweder aus den Heizungsapparaten in die Räume eintreten oder an der Oberfläche bezw. Aussenseite der Heizkörper erzeugt werden. Der zum grossen Theil organische Staub der Zimmerluft lagert sich auf den heissen Flächen ab und wird dort trocken destillirt. Die brenzlichen Producte gelangen in die Luft, bewirken üblen Geruch und sollen ein Gefühl von Trockenheit und Rauhsein im Halse erzeugen können.

Aus dem Ofen können Gase, unter welchen das Kohlen-

oxyd das bedenklichste ist, dann entweichen, wenn der Eintritt in das Zimmer leichter ist als der Austritt durch die Esse. Dichtigkeit der Oefen, gleichmässige Führung der Heizgase nach oben (nicht nach unten!), passender Ansatz der Essenrohre und gut ziehende, d. h. bis über den höchsten First der umliegenden Häuser hinausragende Schornsteine sind die Vorbeugungsmittel. Kohlenoxyd tritt durch die glühende Wand eiserner Oefen nicht hindurch, dahingegen kann es mit den übrigen Gasen gemischt als Kohlendunst bei behindertem Abzuge durch vorhandene Undichtigkeiten, z. B. Fugen, in die Zimmer gelangen.

Ofenklappen.

Die zwischen Ofen und Schornstein eingeschaltete Drosselklappe ist selbst dann gefährlich, wenn sie mit einer Oeffnung versehen ist, weil diese sich allmählich durch Russ verstopft. Die Ofenklappen sollten überall verboten sein. Dem berechtigten Wunsche, die Wärme zu conserviren, genügen die luftdicht schliessenden Thüren.

Gefährliche Heizeinrichtungen.

Hierbei seien zugleich einige gefährliche Heizeinrichtungen erwähnt: 1) die sog. Carbonnatronöfen, welche mit einer präparirten Holzkohle geheizt werden und entweder gar keinen oder einen mangelhaften Rauchabzug haben, lassen nicht unbeträchtliche Mengen Kohlenoxyd in das Zimmer entweichen. Mehrfache Vergiftungen mit tödtlichem Ausgang sind bekannt geworden. 2) Das sog. Wassergas, erzeugt durch das Hindurchblasen von Wasserdampf durch glühende Kohlen, darf wegen seines grossen Gehalts an Kohlenoxyd (H = 50 Vol. %, CO = 41 %, CO_2 = 4 %, N = 5 %) nur in reichlich gelüfteten Räumen hergestellt werden und nur in sehr guten Heizkörpern zur Verwendung kommen; um das geruchlose Gas bemerkbar zu machen, kann man ihm etwas Mercaptan zufügen. 3) Gasöfen, besonders solche kleineren Kalibers, entbehren zuweilen entweder eines Abzuges für die Verbrennungsproducte oder leiten sie blos theilweise ab; die nicht verbrannten Kohlenwasserstoffe, das Kohlenoxyd und die entwickelte Kohlensäure bewirken Uebelbefinden und Vergiftungen. Die im Uebrigen praktischen Aachener Gasbadeöfen leiden an demselben Fehler. Alle Oefen, die in geschlossenen, zum Aufenthalt von Menschen dienenden Räumen stehen, müssen mit gut wirkendem Abzug versehen sein. Es sind sowohl Todesfälle durch CO_2 als auch durch CO bei Benutzung solcher Oefen ohne Abzug bewirkt worden.

C. Die verschiedenen Arten der Heizung.

a) Localheizungen.

Die localen Heizungen sind entweder für periodischen oder für dauernden Betrieb eingerichtet. Zu den ersteren gehören die Kamine und die gewöhnlichen eisernen Oefen, zu den letzteren die eisernen Füllöfen und die Massen- oder Thonöfen.

Kamine. Die Kamine sind als Heizeinrichtungen für unser Klima ungenügend; sie können indessen als eine Luxusheizung neben einer anderen guten Heizung Verwendung finden, und sie eignen sich vorzüglich zur Ventilation. Von der durch einen gewöhnlichen Kamin gelieferten Wärme wird durchschnittlich nicht mehr als $^1/_8$ bis $^1/_{16}$ zur Heizung des Zimmers verwendet. Da die Kamine fast nur durch Strahlung wirken, und von dem Zimmer aus ein kräftiger Luftstrom in sie und die Essen hineindringt, so wird man an der dem Kamin zugewendeten Seite stark angewärmt, während an der dem Kamin abgewendeten Seite das Gefühl der Abkühlung, des Zuges entsteht. Dieser Uebelstand wird gemildert, wenn man nach dem Vorgange Galton's das Rauchrohr des Kamins aus Eisen herstellt und es mit einem gemauerten Mantel umgiebt, welcher unten die kühle Zimmerluft einströmen lässt und oben die erwärmte Luft in das Zimmer zurückgiebt. Drosselungen, d. h. Verkleinerungen des Querschnittes der Esse oder der äusseren bezw. inneren Kaminöffnung, ermöglichen eine Verminderung des zu starken ventilatorischen Effects.

Gewöhnliche Oefen. Die gewöhnlichen eisernen Oefen, Kanonenöfen etc. haben den Nachtheil, dass sie eine sehr starke Strahlung erzeugen, bei der Beschickung Staub liefern, sich stark erhitzen, also brenzliche Producte bilden, sich nicht leicht mit Ventilationsvorrichtungen verbinden lassen und steter Aufmerksamkeit bedürfen.

Regulirfüllöfen. Diese Nachtheile vermeidet man durch Aufstellung von ummantelten Regulirfüllöfen (s. Fig. 68). Der eiserne Ofen ist mit Chamottesteinen ausgesetzt, seine Oberfläche gerippt; dadurch werden zu hohe Temperaturgrade vermieden. Die Füllthür oder Füllklappe, welche sich am obersten Theil des Apparates befindet, oder der Schacht — daher Schachtöfen —, welcher als seitlicher Ausbau dem unteren Theil des Ofens angesetzt ist, nimmt das Brennmaterial für eine längere Zeit, einen halben oder ganzen Tag, auf. Die Schachtöfen gestatten die Füllung, Regulirung und Reinigung vom Corridor aus, arbeiten also staubfrei. Die

Zugregulirung geschieht durch luftdicht schliessende Thüren. Die Circulationsventilation findet in der Weise statt, dass die Zimmerluft durch grosse, weite Oeffnungen unten in den Mantel hineintritt, sich an den Rippen des Ofens mässig, d. h. möglichst nicht über 100⁰, erwärmt und in dem Mantel, wie in einem Schornstein, nach oben steigt. Die warme Luft vertheilt sich unter der Decke, kühlt sich dort und an den Wänden ab

Ventilatorische Leistung.

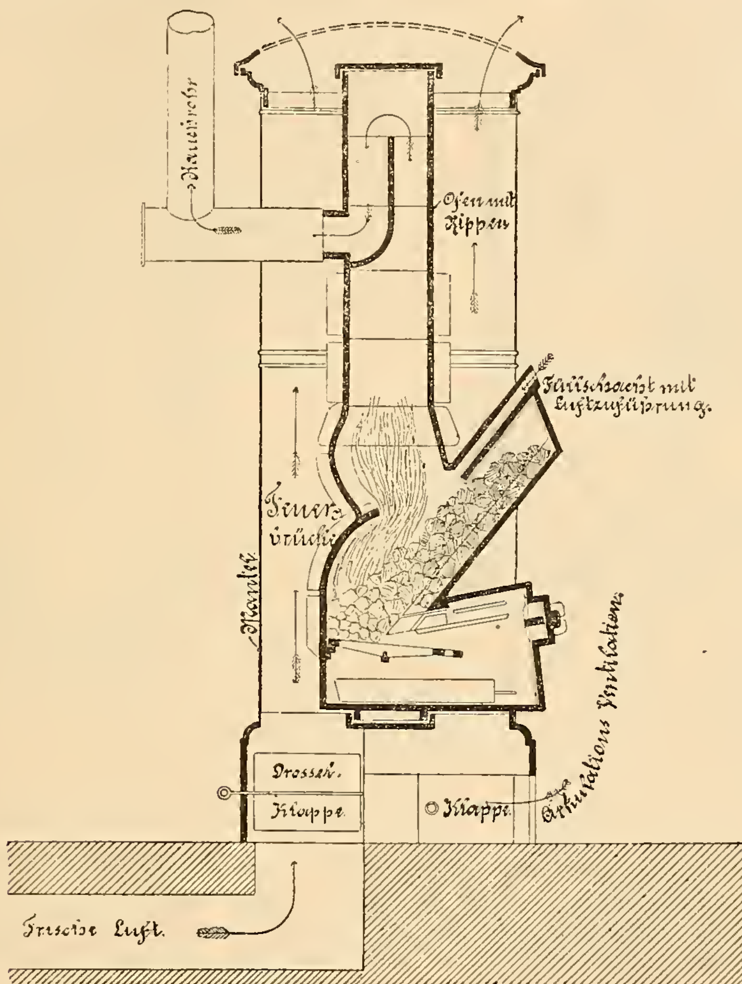


Fig. 68. Regulirschachtofen mit Mantel von Käufer.

und sinkt nieder, um von Neuem dem Ofen zuzuströmen. Frische Luft wird durch einen unter dem Fussboden liegenden, in den Mantel einmündenden Kanal zugeführt (s. Fig. 91 und 92). Der Mantel stehe mindestens 15 cm vom Ofen ab, damit er das Durchströmen grosser Mengen von Luft gestattet und sich wenig erwärmt. Die verbrauchte Luft leitet man in besonderen Kanälen oder dadurch ab, dass man das eiserne, freistehende und sich stark erhitzende Schornsteinrohr mit einem unten offenen Mantel umgiebt, welcher bis über den Dachfirst reicht. Ein Regulirofen guter Construction ist in Fig. 68 abgebildet.

In den letzten Jahren haben unter den vielen Typen von Regulirfüllöfen einige besondere Beachtung gefunden; unter diesen der „amerikanische“ Ofen.

Amerikanischer Ofen.

Derselbe hat in der Mitte einen freihängenden Korbrost mit Fülltrichter, die Luftzufuhr findet statt durch die Thür des Aschenkastens. Beim Anheizen entweichen die Gase zunächst durch eine Klappe direct in den Schornstein, nachdem aber die Gluth entflammt ist, wird die Klappe geschlossen, und die Verbrennungsgase ziehen an der einen Aussenwand des Ofens hinauf und herunter durch den mit Doppelboden versehenen Sockel und an der anderen Seite an der Aussenwand des Ofens wieder hinauf und zum Schornstein. Durch diese Anordnung wird eine gute Ausnutzung der Verbrennungswärme und durch die kräftige Anwärmung des Bodens des Ofens auch eine lebhafte Luftcirculation im Zimmer erzielt. Die Amerikaneröfen müssen aber an gut ziehende Kamine angeschlossen sein, weil sonst die Verbrennungsgase bei ihrer Führung nach unten leicht durch Undichtigkeiten, die gerade bei diesen Oefen nicht selten sind, entweichen können.

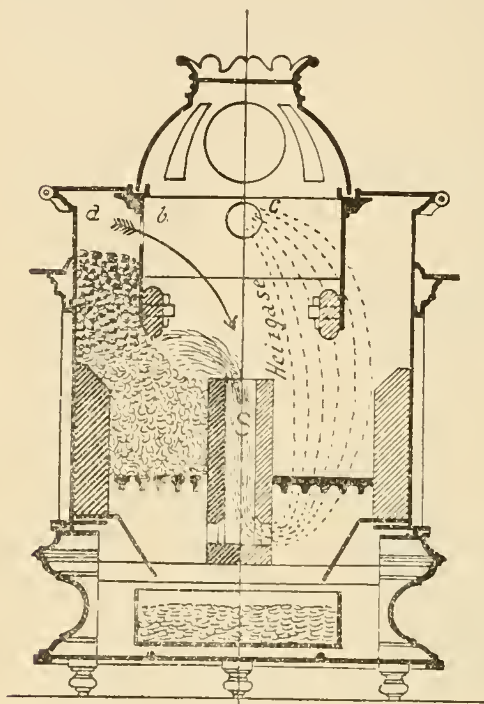


Fig. 69. Lönholdt'sche Sturzflammenfeuerung.
a Einfüllschacht; b Oeffnung, aus welcher entwickelte Kohlengase austreten, um sich, mit Luft und den Feuergasen gemischt, durch die Feuerkammern S zu stürzen; die rechte Hälfte der Zeichnung giebt den Weg der Verbrennungsgase an der Rückwand des Ofens an bis zum Abzug C.

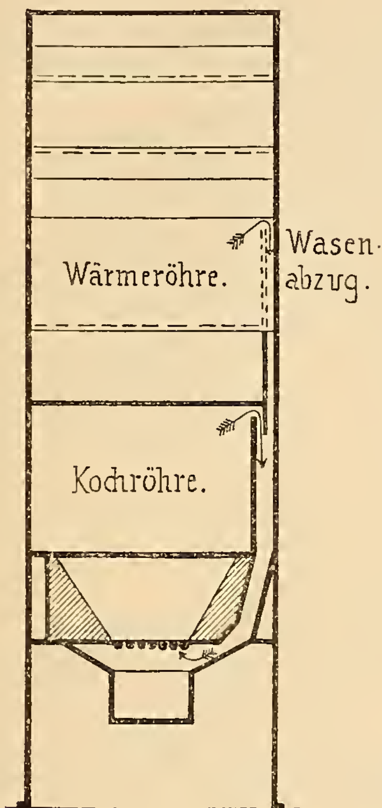
Sturzflammenfeuerung.

Bei der Lönholdt'schen Sturzflammenfeuerung (Fig. 69) lassen die auf beiden Seiten des Ofens befindlichen Fülltrichter ihren Inhalt auf Pendelroste fallen. Die Flammen werden gezwungen durch besondere in den Feuerraum aus Chamottesteinen eingebaute Verbrennungskammern hindurch zu schlagen, wobei eine sehr innige Mischung mit der Luft und damit vollständige Verbrennung mit hoher Wärmeentwicklung entsteht. Die Verbrennungsgase werden durch Züge an die hintere Ofenwand geleitet, um die vorhandene Wärme voll auszunutzen.

Zimmerkochöfen.

Für Räume, wo der Ofen Koch- und Heizzwecken dienen muss, empfehlen sich die Zimmer-Kochöfen (Fig. 70 u. 71).

Das Prinzip derselben besteht darin, 1) die entstehenden Kochgase nicht in das Zimmer treten zu lassen, sondern sie von den Kochaufsätzen oder Kocheinsätzen aus in besonderen Kanälen unter die Feuerung zu leiten, oder sie möglichst direct in den Schornstein entweichen zu lassen, 2) die Verbrennungsgase, welche zum Kochen gedient haben und nicht zum Erwärmen dienen



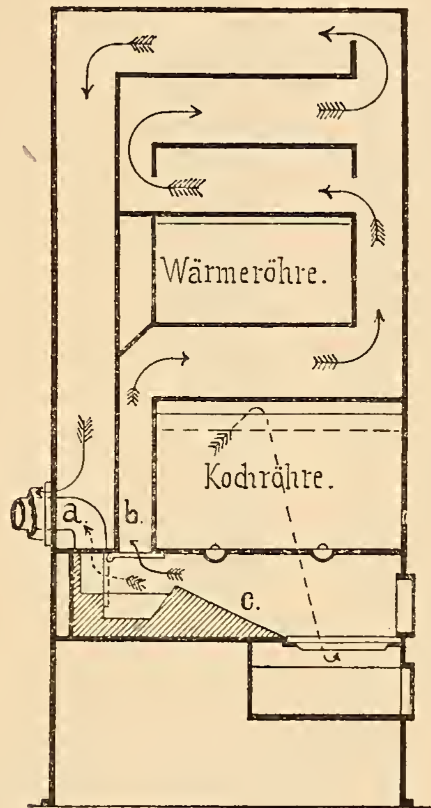


Fig. 70. Fig. 71.

Fig. 70. Zimmerkochofen, Querseite, um den Wasen- oder Schwadenabzug zu zeigen.

Fig. 71. Derselbe Ofen, Längsseite, um den Zug im Winter (volle Pfeile), und im Sommer (gestrichelter Pfeil bei a hinter der Feuerbrücke c) zu zeigen; bei b die Klappe für Zugregulirung im Sommer und Winter.

sollen, durch besondere Klappen auf kürzestem Wege in die Esse zu führen. Zudem wird im Sommer gewöhnlich die Strahlung der Kochwärme in das Zimmer hinein durch Doppelwandungen vermieden; im Winter aber werden unter Ausschaltung jenes kürzesten Weges die gesammten Verbrennungsgase zwischen die Doppelwand geleitet, und ihre Wärme wird für die Heizung des Zimmers voll ausgenutzt.

Gas eignet sich zu Heizzwecken sehr gut wegen der grossen Bequemlichkeit in der Bedienung, wegen der Reinlichkeit, Leichtigkeit der Regulirung und Schnelligkeit der Wirkung. Man verbrennt dasselbe in dünnwandigen eisernen Oefen, welche die Gasöfen.

Wärme durch Strahlung leicht abgeben. Gas giebt gewöhnlich über 90 % nutzbaren Heizeffect.

Der Karlsruher Schulofen (Fig. 72) besteht aus einem engen Schlitzkanal, der durch zwei concentrische Rohre a und b gebildet wird; in dem erweiterten Sockel ist der Flammenkranz c angeordnet, der obere, etwas erweiterte Theil d sammelt die Verbrennungsgase und führt sie zum Schornstein bei e. Zur Verhinderung lästiger Strahlung und zur lebhafteren Luftcirculation ist der Mantel f angebracht.

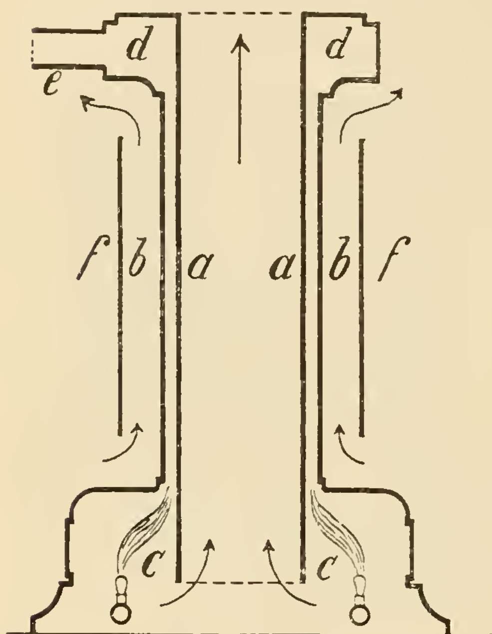


Fig. 72. Karlsruher Schulofen.

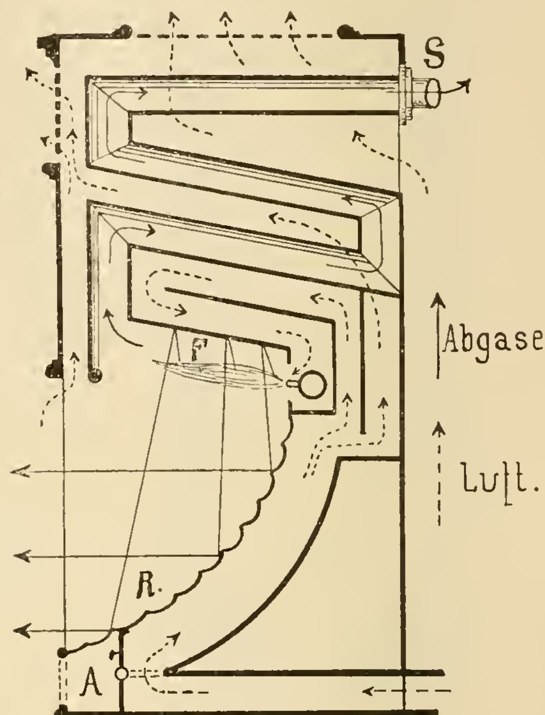


Fig. 73.

Fig. 73. Reflectorofen. R gewelltes Kupferblech zum Reflectiren der Licht- und Wärmestrahlen. F Gasflamme. S Rohr zum Schornstein. A Klappe zur Freiluft- oder Zimmerluftentnahme.

Die Reflectoröfen (Fig. 73) werfen das Licht auf gewelltes Kupferblech, von wo es in das Zimmer und auf den Fussboden strahlt. Die Heizgase circuliren in schrägen Blechkästen, welche von Luft umspült werden. Ein Theil der hinter der Kupferplatte angewärmten Zimmerluft wird der Flamme zugeführt.

Die Gasöfen eignen sich vorzüglich zur raschen Herstellung einer erträglichen Temperatur in selten oder nur für kurze Zeit benutzten Räumen und in mit Centralheizung versehenen Zimmern zum Anwärmen der Räume an kühlen Tagen ausserhalb der Heizperiode. Der allgemeinen Einführung des Gases zum Heizen steht leider der hohe Preis entgegen. Nach Meidinger kosten in Karlsruhe 10 000 practisch nutzbar gemachte Wärmeeinheiten aus Steinkohle und Koks 3,0—3,5 Pfg., Anthracit

4,4, Braunkohlen 6,0, Holz 11,3–12,6, Holzkohlen 12,0, Petroleum 24 und Leuchtgas (1 cbm = 12 Pfg.) 22 Pfg.; hiernach würde Gasheizung ungefähr 6mal so theuer als Steinkohlenfeuerung sein. Dass es nothwendig ist, die Verbrennungsgase, besonders bei kleinen Zimmern (Badezimmern!) abzuleiten, ist bereits S. 203 gesagt worden. Auch sollen die Züge nicht abwärts geführt werden. Bei unvollständiger Verbrennung durch ungenügende Luftzufuhr verbrennt das im Leuchtgas enthaltene CO nicht zu CO_2, sondern tritt in das Zimmer. Lästig ist die starke Wasserproduction, denn 1 cbm Gas liefert 1 kg Wasser, welches sich zum Theil in den Ofenröhren und im Kamin niederschlägt.

Kachelöfen.

Die Thon- oder Kachelöfen wurden früher den eisernen Oefen insofern mit Recht vorgezogen, als sie Reservoire darstellen, welche die aufgespeicherte Wärme langsam abgeben. Seitdem man in den Regulirfüllöfen ebenfalls constante Wärmequellen besitzt, sind die Kachelöfen für unsere Gegenden in das Hintertreffen gerathen. Ihre Nachtheile gegenüber den Regulirfüllöfen sind: 1) die mangelhafte Verbindung mit der Ventilation, ein Fehler, welcher allerdings durch verbesserte Constructionen bei vielen dieser Oefen völlig gehoben ist; 2) die sehr langsame Erwärmung; auch diese Unvollkommenheit lässt sich durch Combination eines Kachelaufsatzes mit einem eisernen Feuerkasten (Thüringer Oefen) vermeiden; 3) die völlige Unregulirbarkeit der Wärmeabgabe; dieselbe macht sich in unseren Gegenden mit ihren relativ starken Schwankungen innerhalb kurzer Zeiträume, z. B. in Folge der Sonnenbestrahlung, recht unangenehm geltend. Für kältere Gegenden mit geringen Wärmeschwankungen behalten die Thonöfen ihren Werth.

b) Centralheizungen.

Unter Centralheizungen versteht man Einrichtungen, mittelst welcher ganze Stadttheile, ganze Häuser oder grössere Theile eines Hauses von einer Stelle aus mit Wärme versehen werden. Die Centralheizungen haben den Vortheil, dass die Bedienung auf eine oder wenige Feuerstellen im Kellergeschoss beschränkt ist, der Verbrennungsprocess in einem Centralherd leichter regulirbar, gleichmässiger und besser ausnutzbar ist, und die Verunreinigung von Luft und Wohnung durch Staub, Asche, Rauch und Russ fortfällt. Dahingegen sind Centralanlagen kostspieliger als Oefen, sie verlangen eine obschon geringere, doch vielfach eine sachverständige Bedienung und Beaufsichtigung, und sie

müssen in Entwurf und Ausführung sorgfältigst den localen Verhältnissen angepasst sein.

Man unterscheidet

1) Wasserheizungen

und trennt diese wieder in Hoch-, Mittel- und Niederdruckwasserheizungen.

Construction. a) Die Hochdruck- oder Heisswasserheizungen sind aus engen, starkwandigen, schmiedeeisernen Rohren construirt, von denen ein Theil zur Spirale aufgewickelt als Kessel in der Feuerung liegt. Das obere Ende geht zum Bodenraum in ein Expansionsgefäss. Von dem aufsteigenden Strang zweigen sich im obersten Stockwerk die Rohre für die Zimmer ab. In diesen sind die Heizkörper meistens an den kühlsten Stellen, z. B. unter den Fenstern, als Heizspiralen oder als Batterien oder Register angebracht. Das untere Ende dieser Heizkörperrohre geht zum darunter liegenden Zimmer des tieferen Stockwerks, bildet dort einen Heizkörper, geht wieder in ein tieferes Stockwerk, bildet abermals einen Heizkörper u. s. f., bis zuletzt die Rohre zur Feuerung zurückkehren und den untersten Theil der Kesselspirale bilden. (Fig. 74—76.) Die Rohre sind auf einen Druck von 150 Atmosphären geprüft. Das Expansionsgefäss lässt bei einem bestimmten Druck, gewöhnlich bei 15 Atmosphären = 200⁰, das Wasser austreten, bei vermindertem Druck wieder eintreten. Rohrbrüche, also Explosionen, betrafen bis jetzt nur die im Feuer liegende Heizschlange.

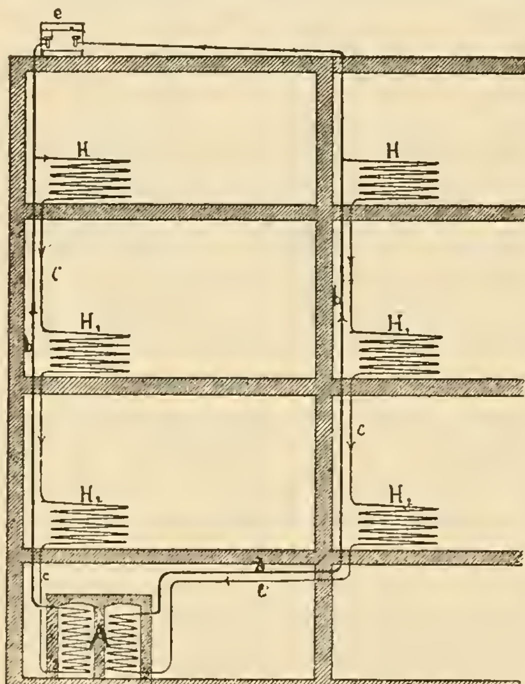


Fig. 74. Schema einer Heisswasserheizung. A Heizschlange; b aufsteigende, c absteigende Rohre; e Expansionsgefäss; H Heizkörper.

Wirkung Die Temperatur der Heizkörper liegt gewöhnlich zwischen 125 und 150⁰. Die Heizung erwärmt die Luft der betreffenden Räume rasch, sie erzeugt hohe Temperaturen und kann damit Veranlassung zur Entstehung brenzlicher Producte aus dem aufgefallenen Staub werden. Die Abkühlung erfolgt schnell, weil nur wenige Liter Wasser in dem System enthalten sind. Die

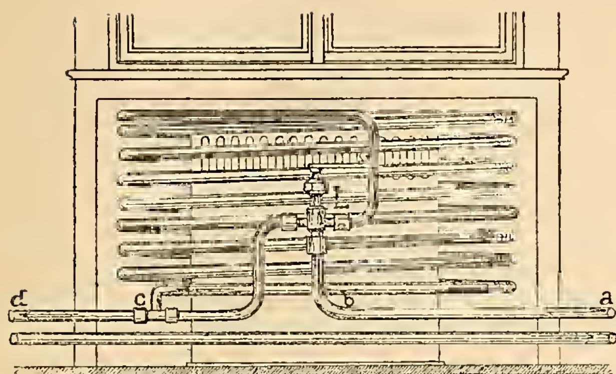


Fig. 75. Heizkörper, in einer Fensternische angebracht. a b Zuflussrohr; c d Abflussrohr; L Dreiweghahn, um entweder das heisse Wasser durch die Heizschlange gehen zu lassen, oder es direct dem nächsten Heizkörper zuzuweisen, also das Zimmer von der Heizung auszuschliessen.

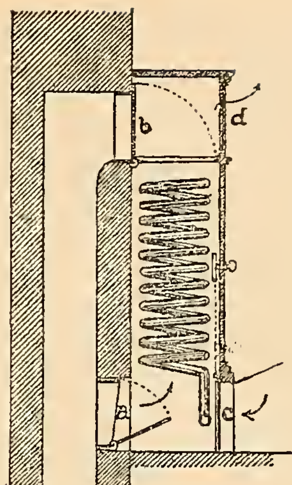


Fig. 76. Verbindung des Heizkörpers mit der Ventilation. a Eintritt für frische, c für Circulationsluft; d Austritt der erwärmten Luft in das Zimmer; b—d Eintritt für frische, kühle Luft in das Zimmer; durch Mittelstellungen von a und b oder c und b lässt sich frische, kalte Luft mit frischer, warmer oder mit Circulationsluft mischen.

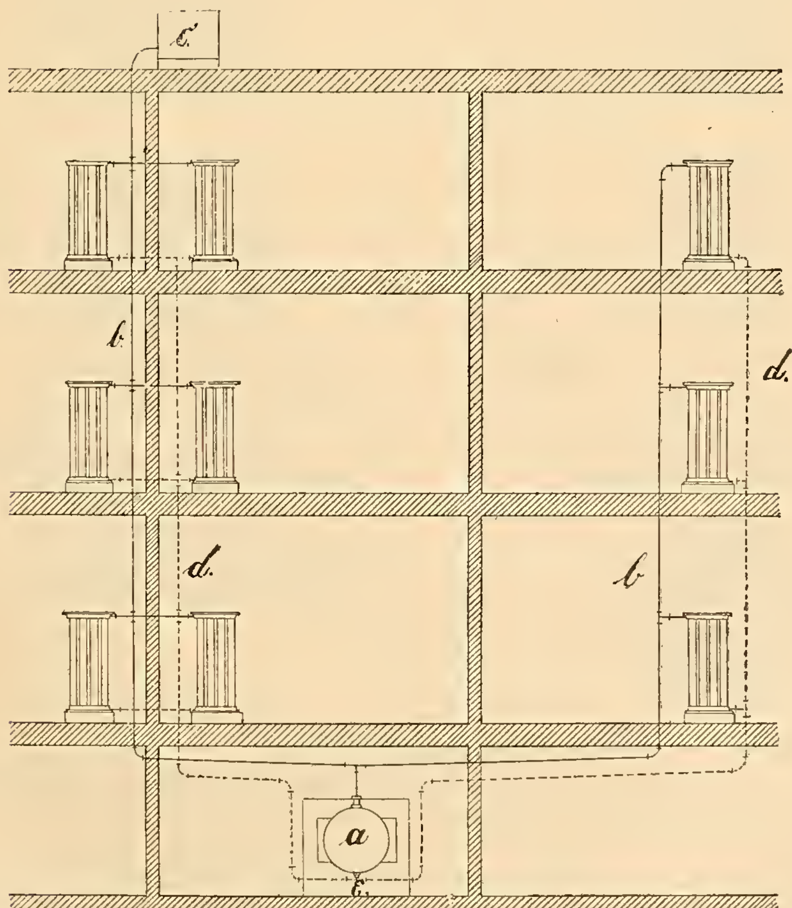


Fig. 77. Warmwasserheizung. a Kessel; b Steigerohre mit den zu den Oefen führenden Abzweigungen; c Reservoir; d Abflussrohre; e die Einmündungsstelle des Sammelrohres unter dem Kessel.

Anlage eignet sich für Räume, welche rasch und nur für kurze Zeit erwärmt zu werden brauchen, Versammlungszimmer, Bibliothekssäle und dergl.; sie lässt sich wegen des geringen zur Verwendung kommenden Materials und wegen des geringen Raumes, den sie beansprucht, leicht noch nachträglich in den Häusern anbringen.

b) Wird das Wasser nur auf 120° erwärmt, was einer Atmosphäre Ueberdruck entspricht, so hat man die Mitteldruckwasserheizung, welche sich in ihren Eigenschaften von der Heisswasserheizung nicht wesentlich unterscheidet.

Construction. c) Bei der Warmwasserheizung wird das Wasser in einem bis oben hin gefüllten Kessel bis höchstens 100° C. erwärmt. Das warme Wasser steigt, weil es specifisch leichter ist als das kühle, nach oben und fliesst unterwegs den in den einzelnen Zimmern befindlichen Heizkörpern, den sog. Wasseröfen zu (Fig. 77). Das oberste Rohrstück mündet auf dem Dachboden

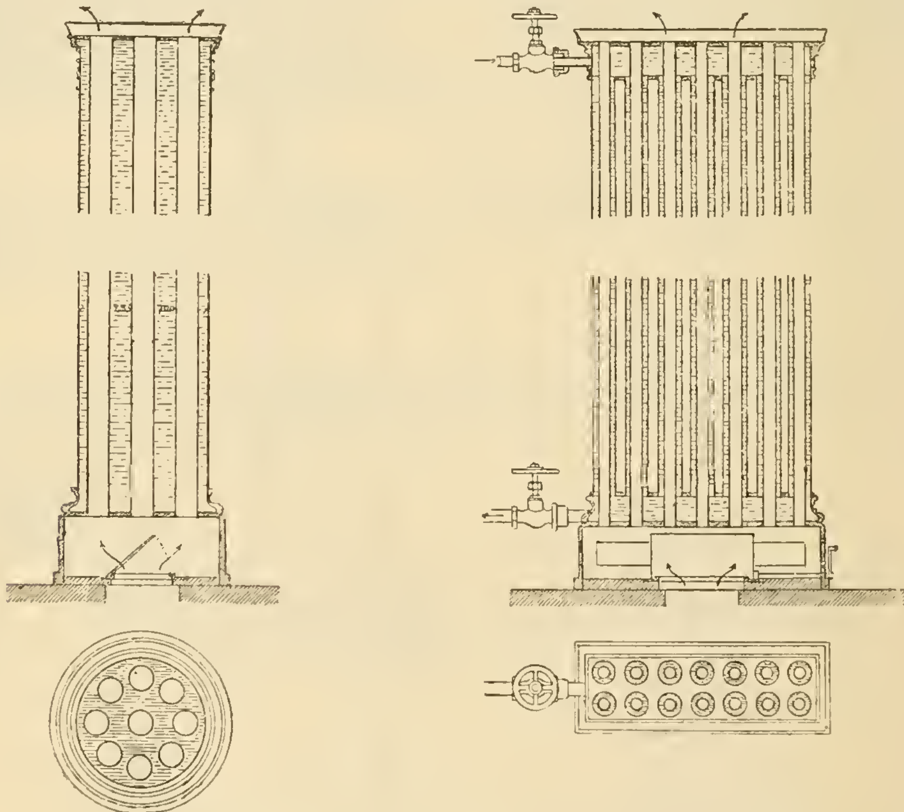


Fig. 78. Runder Fig. 79. Flacher
Warmwasserofen
im Längs- und Querschnitt. Die Luft circulirt in den weiss gehaltenen Rohrsystemen in der Richtung der Pfeile.

in ein Expansionsgefäss. Die Oefen besitzen im Gegensatz zu dem Zuflussrohr eine grosse Oberfläche behufs reichlicher Wärmeabgabe (Fig. 78 u. 79). Die Wärmeentnahme wird regulirt durch Absperrhähne, welche eine mehr oder minder grosse Wassermenge

zulassen. Das entwärmte Wasser fliesst unten ab; die einzelnen Zweigrohre münden in ein Sammelrohr, welches an der tiefsten Stelle in den Kessel tritt.

Warmwasserheizungen haben den Nachtheil, dass sie theuer in ihrer Einrichtung sind und sich langsam anheizen; sie haben den Vortheil, dass ihre Wärme eine milde und wegen der grossen Wassermenge nachhaltige ist, und dass Verbrennungen, Ueberhitzungen nicht vorkommen. Die Verbindung mit der Ventilation lässt sich leicht bewerkstelligen, wenn der Luftkanal bis an oder in den Heizkörper des Zimmers geführt wird. Die Wärmeregulation geht wegen der grossen Wassermasse und der geringen Temperaturhöhe langsam vor sich. Bei besseren Anlagen ist man im Stande, behufs rascher Abkühlung die Warmwasseröfen zu entleeren. Eigenschaften.

2) Dampfheizungen.

Bei der Dampfheizung wird die Wärme hauptsächlich durch die Condensation des Dampfes geliefert. Um 1 kg Wasser, von 0° in Dampf von 100° zu verwandeln, sind 637 Wärmeeinheiten erforderlich. Verwandelt sich 1 kg Dampf in Wasser, so hat letzteres eine Temperatur von 100°, es sind also 537 Wärmeeinheiten durch die Condensation frei geworden, welche an die Umgebung abgegeben, d. h. zur Heizung verwendet werden. Hierbei ist es ziemlich gleichgültig, ob hoch oder niedrig gespannter Dampf zur Verwendung kommt, da die Condensationswärme pro kg Dampf verschiedener Temperaturen sich ungefähr gleich bleibt, während die Flüssigkeitswärme steigt; so erfordert 1 kg Dampf zu seiner Entstehung bei einer Atmosphäre (100°) 637, bei fünf Atmosphären (152,2°) 653 Kalorien. Theorie der Wärmespendung.

Der in einem Kessel erzeugte Dampf wird in schmiedeeisernen, mit Isolirmasse umgebenen Rohren in die Zimmer geleitet, dort bildet das der Isolirschicht entkleidete Rohr die Condensationskörper, d. h. die Heizkörper, welche in Spiralen oder Batterien etc. angeordnet und gewöhnlich, um Verbrennungen zu verhüten, verkleidet sind. Der Dampf kann leicht und ohne nennenswerthe Verluste auf weite Entfernungen hin in horizontaler und verticaler Richtung geleitet werden, was bei Wasserheizanlagen in dieser Ausdehnung nicht möglich ist. Meistens wird das Condensationswasser in besonderen Leitungen zum Kessel zurückgeführt. Die Heizung lässt sich leicht und überall einrichten, und die Temperatur ist gut regulirbar. Dieser Vorzüge wegen wird die Dampfheizung viel in Anwendung gebracht. Man unterscheidet zwischen Hoch- und Niederdruck-Dampfheizungen. Construction.

a) Bei der Hochdruckheizung besteht im Kessel ein Dampfdruck von 3 und mehr Atmosphären, welcher meistens in der Leitung durch ein Reducirventil auf 2 Atmosphären beschränkt wird. Die Hochdruckheizung hat den Nachtheil, dass die Rohre eine hohe Temperatur annehmen, den auffallenden Staub versengen und durch Wärmestrahlung lästig werden können; ausserdem kühlen sich, sobald der Dampf abgestellt ist, die Rohre rasch ab und es ist vielfach wegen der Nothwendigkeit ständiger Aufsicht oder Mangels von Dampf nur Tagesbetrieb gestattet. Diesen Nachtheilen begegnet man durch Einrichtung einer Dampfwasserheizung. Bei derselben wird der Dampf in einen Ofen geleitet, welcher Wasser enthält. Der hochtemperirte Dampf giebt seine Wärme an die grosse Wassermenge ab und erzeugt so die Wirkungen einer Warmwasserheizung. Der hier abgebildete Haag'sche Dampfwasserofen ist etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt, in ihn geht das in seinem unteren Theil zur Schlange aufgerollte Dampfrohr hinein. Mittelst des Ventils a lässt sich der Dampfzufluss regeln. Je mehr Dampf zugelassen wird, um so heisser wird das Wasser (Fig. 80).

Dampfwasserheizung.

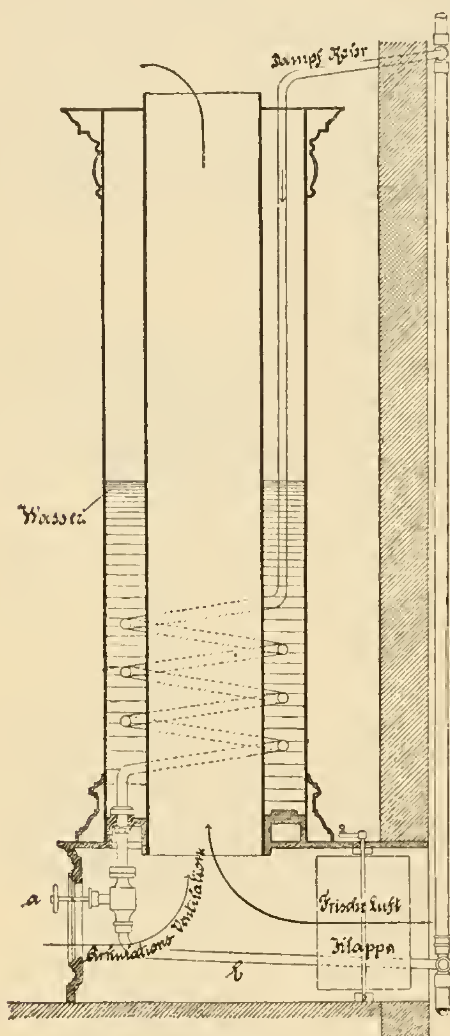


Fig. 80. Dampfwasserofen. a Regulirventil für den Dampf; b Ableitungsrohr für das Condensationswasser bezw. den Dampf.

Für Hospitäler, Irrenanstalten und dergl. hat sich diese Form der Dampfheizung gut bewährt.

Die sonstigen Fehler der Dampfheizung, z. B. das Undichtwerden der Rohre, das Geräusch in denselben, vermag die Technik zu beseitigen.

b) Während die Hochdruckdampfheizungen Dampf von etwa 120° verwenden, benutzen die Niederdruckdampfheizungen einen Dampf von 100 oder höchstens 111°, d. h. von höchstens $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Ueberdruck. Der Dampf tritt in Register, Rippenheizkörper oder Oefen hinein, wird dort condensirt und

liefert seine Condensationswärme ab. Ihre Menge ist, wie auch bei den übrigen Heizungsarten unter sonst gleichen Umständen von der Grösse der wärmespendenden Flächen abhängig; ein qm glatter Heizfläche giebt stündlich etwa 600 bis 800, gerippter 400 bis 500 W. E. ab.

Wärmedichte Mäntel.

Um den Zufluss des Dampfes und damit die Temperatur zu reguliren, sind bei dem System von Bechem und Post die Rippenheizkörper mit einem wärmedichten Mantel umgeben, welcher unten in 15 cm Höhe offen, oben mit einer Klappe versehen ist, die nach dem jeweiligen Wärmebedarf mehr oder weniger weit geöffnet wird (Fig. 82, 83, 84). Ist die

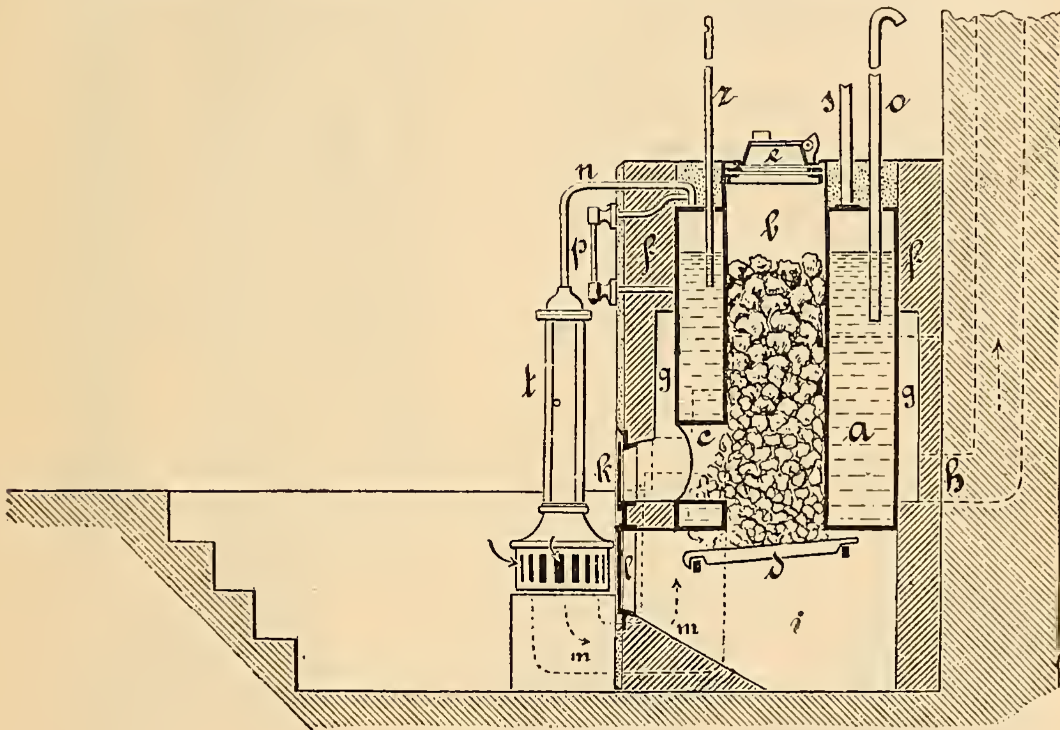


Fig. 81. Kesselanlage einer Niederdruckdampfheizung.
a der Wasserraum; b der Füllcylinder; c das Feuerrohr; d der Rost; e der Deckel des Füllraumes; f die Einmauerung; g der Zug; h der Fuchs nach dem Schornstein; i die Aschengrube; k die Feuerthür; l die Aschenthür; m der Luftzuführungskanal; n das Dampfzuleitungsrohr zum Zugregulator; o das Standrohr; p der Wasserstandszeiger; r der selbstthätige Speiserufer; s das combinirte Dampfleitungs- und Condensationswasserrückleitungsrohr; t der Zugregulator.

Klappe geschlossen, so nimmt die Luft in dem Kasten, Kalorifer genannt, allmählich die Temperatur von 100° an, in Folge dessen hört die Condensation im Kalorifer auf, und der Druck im Kessel (Fig. 81) steigt. Der stärker gewordene Druck wird benutzt, um den Verbrauch an Brennmaterial dem Verbrauch an Wärme mittelst des Zugregulators anzupassen: die Feuerung erhält ihre Luft durch einen Kanal, über dessen Oeffnung ein Deckel schwebt; dieser ist durch eine Feder im Gleichgewicht an einem Teleskoprohr aufgehängt, dessen innerer Theil

Selbstthätige Regulirung.

mit dem Kessel in offener Verbindung steht, und dessen äusserer Theil unten Quecksilber enthält, in welches das offene innere Rohr hineintaucht. Wird der Dampfdruck im Kessel in Folge der völligen oder theilweisen Abstellung von Heizkörpern stärker,

Fig. 82. Fig. 83.

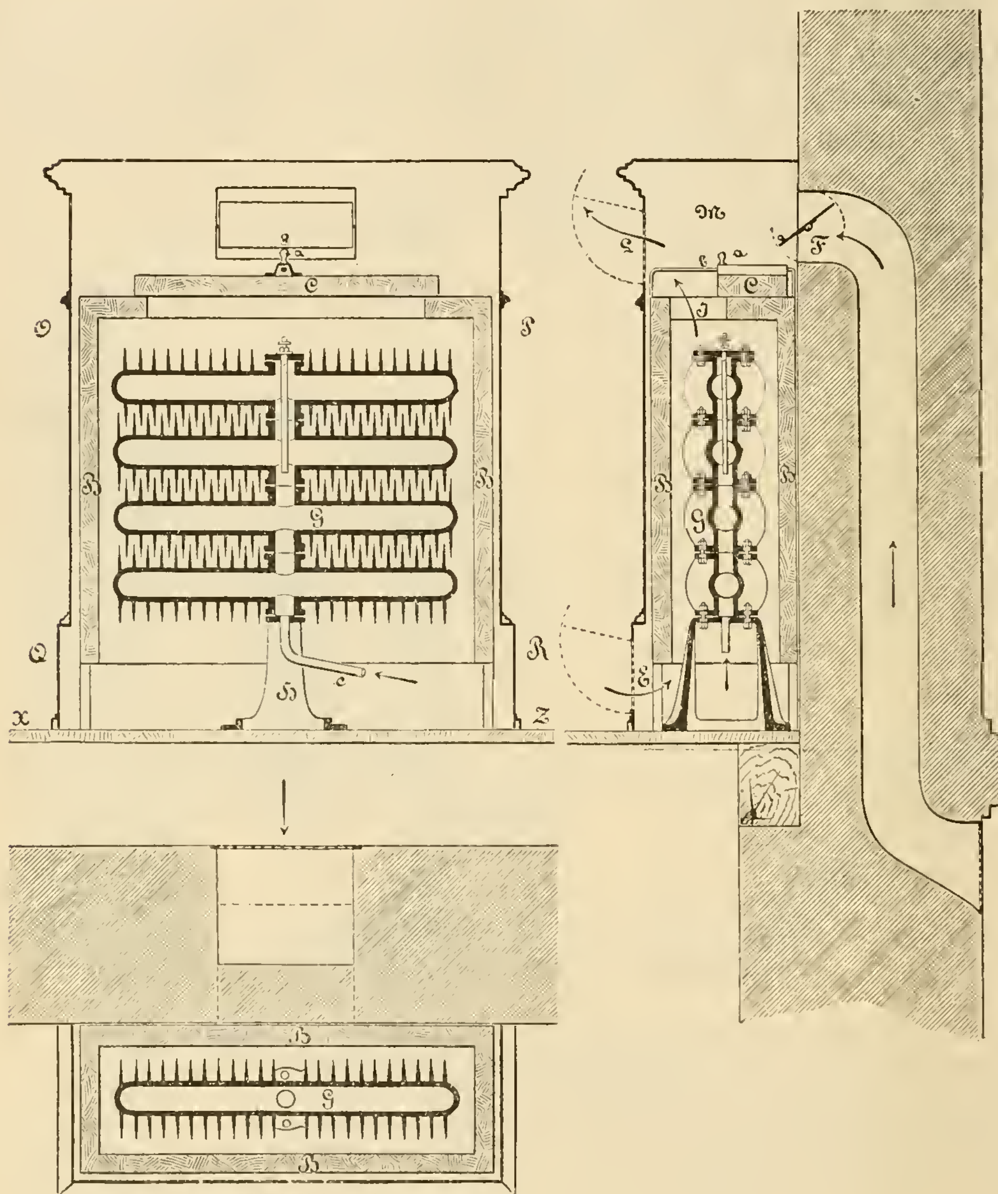


Fig. 84.

Heizkörpers des Systems Bechem und Post.

OPQRZX Putzmantel; B der isolirende Mantel, Kalorifer, mit dem Deckel C, welcher mittelst des Knopfes a in der Führungsleiste b bewegt wird; G die Rippenrohre des Heizkörpers; H der Fuss; c das Dampfrohr; E Eintrittsöffnung für die Circulationsluft, F für die frische Luft; J Austrittsöffnung der warmen Luft in den Mischraum M; L Austrittsöffnung der gewärmten Circulations- oder Mischluft in das Zimmer.

so wirkt er auf das Quecksilber des inneren Rohres, drückt das äussere Rohr mit dem daran befestigten Deckel nieder und beschränkt so die Luftzufuhr, die Feuerung und den Kohlenver-

brauch. Lässt der Dampfdruck in Folge dessen nach, so hebt die Feder das Rohr mit dem Deckel wieder und lässt den Luftzutritt frei. Diese Einrichtung bewahrt bereits den Kessel vor der Entstehung von Ueberdruck und somit vor Explosionsgefahr, ausserdem aber bläst der Dampf, wenn trotzdem durch den Druck das Wasser in das Standrohr (o) gepresst wird, die Alarmpfeife (r) an; sollte der Druck noch höher steigen, so fliesst bei $^1/_2$ Atmosphäre Ueberdruck das Wasser zu dem 5 m hohen Standrohr (o) heraus, womit jede Gefahr beseitigt ist.

Ventilation.

Die Verbindung mit der Ventilation geschieht bei einzelnen Räumen in der Weise, dass frische Luft der warmen Circulationsluft beigemischt wird (Fig. 83). Die Ventilation einer Reihe von Räumen wird erreicht durch Heizkörper, welche im Keller in einer Luftkammer untergebracht sind; die frische Luft wird dabei bis auf etwa 15—18° erwärmt in die Räume geführt; für ihre weitere Erwärmung sorgen je nach Bedürfniss die in den Zimmern selbst angebrachten Heizkörper. Hier ist also die Ventilation theilweise von der Heizung unabhängig gemacht, ein für die Zwischenperioden, Herbst und Frühjahr, entschiedener Vortheil.

Regulirung durch Ventile.

Bei anderen Systemen wird die Wärmeabgabe durch Eintritt von mehr oder weniger Dampf in die Heizkörper mittelst Ventilen bewirkt. Heizkörper und Ventile sind so construirt, dass bei voller Oeffnung der letzteren der von oben in die Heizkörper eintretende Dampf dort vollständig kondensirt wird — maximale Leistung —; durch geringeres Oeffnen des Ventiles wird weniger Dampf eingelassen, der sich in einem mehr oder minder grossen Stück des oberen Theiles des Heizkörpers zu Wasser verdichtet und also auch nur dieses Theilstück erwärmt — geringere Wärmeabgabe —. Die freistehenden, glatten, dekorativ gehaltenen Heizkörper heissen Radiatoren (Fig. 85). Damit die Luft dem in die Heizkörper eindringenden Dampf Platz machen kann, wendet man sog. Selbstentlüfter an, die wohl der Luft, aber nicht dem Dampf den Austritt gestatten; oder man lässt die Luft durch den Dampf in besondere Recipienten drücken, aus welchen sie bei Kondensation des Dampfes in die Heizkörper zurücktritt. Für Privathäuser und öffentliche Gebäude, insonderlich für Schulen, hat die Niederdruckdampfheizung in den letzten Jahren mit gutem Recht vielfach Verwendung gefunden.

3) Luftheizung.

Sehr eng ist Ventilation und Heizung verbunden in der Luftheizung.

Anlage. Bei kleineren Anlagen durch Gewichtsdifferenz, bei grösseren durch Propulsoren bewegt, tritt die im Freien an möglichst staubfreier Stelle geschöpfte, event. durch grobe Filter oder Wasserdouchen gereinigte Aussenluft durch die „Kaltluftkanäle“ in die „Heizkammer“, d. h. einen begehbaren und leicht zu reinigenden Keller, in welchem ein Heizkörper aufgestellt ist. Der Heizkörper kann bestehen entweder aus einem eisernen,

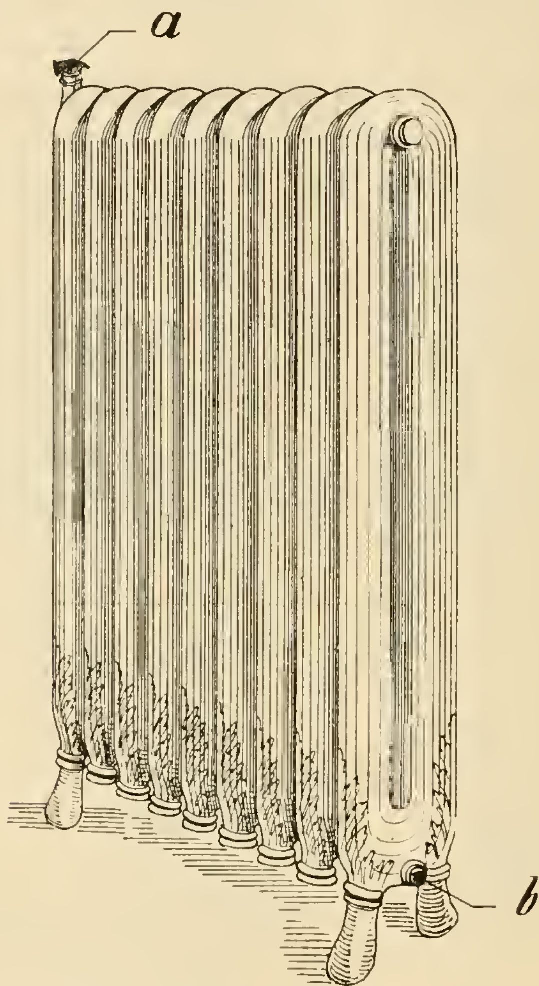


Fig. 85. Radiator. a Dampfzufluss nebst Regulirhahn; b Wasser- bezw. Dampfabfluss.

lang gestreckten, mit Rippen versehenen Kasten (siehe die Fig. 86) oder aus einem gleichfalls gerippten, spiralig angeordneten Rohr, welches die heissen, zur Lufterwärmung dienenden Verbrennungsgase von dem oberen Theil des Ofens in das untere Ende des Kamins leitet oder, nach Kori, aus einem centralen Feuerherd (Fig. 87), um welchen 11—17 Heizkästen angeordnet sind; diese (H) zweigen oben von dem Feuerherd (F) ab, verjüngen sich entsprechend der in Folge der Abkühlung eintretenden Volumenabnahme der Rauchgase und münden gemeinschaftlich unten in den Rauchsammler (R), von wo die Gase

durch den horizontalen Fuchs nach dem Schornstein ziehen. Ausserdem giebt es noch viele andere Constructionen.

Durch das Vorbeistreichen an den wie auch immer gestalteten Heizkörpern wird die unten eintretende Luft erwärmt

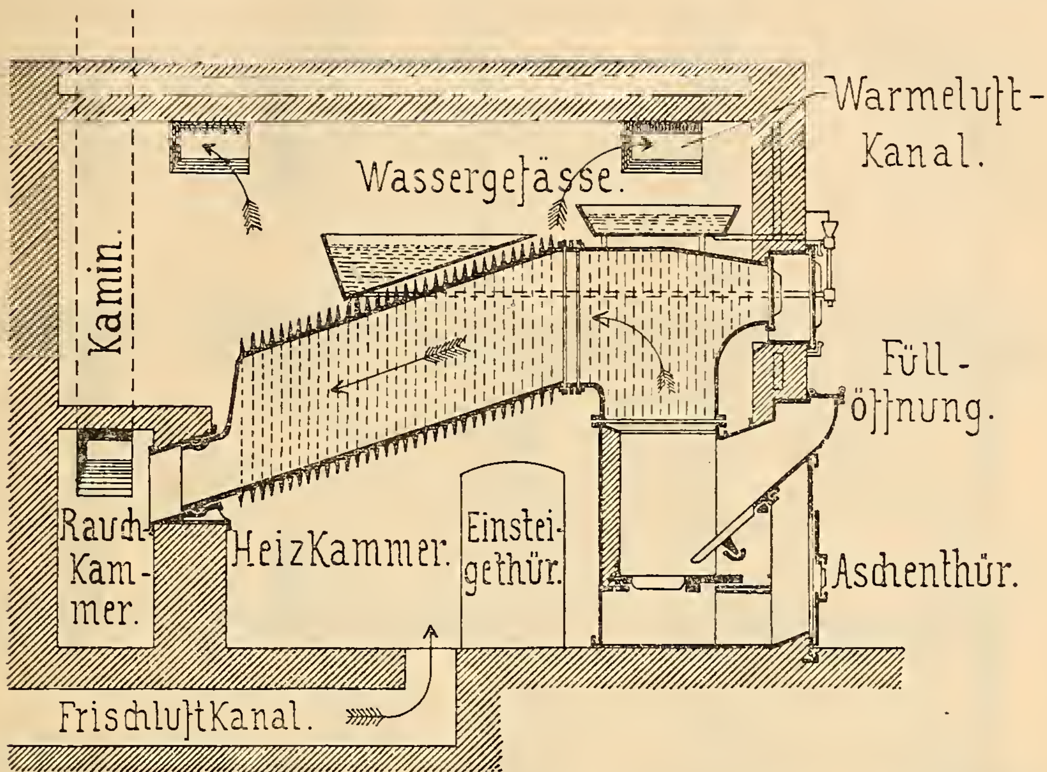


Fig. 86. Rippenheizkörper gewöhnlicher Construction in der Heizkammer.

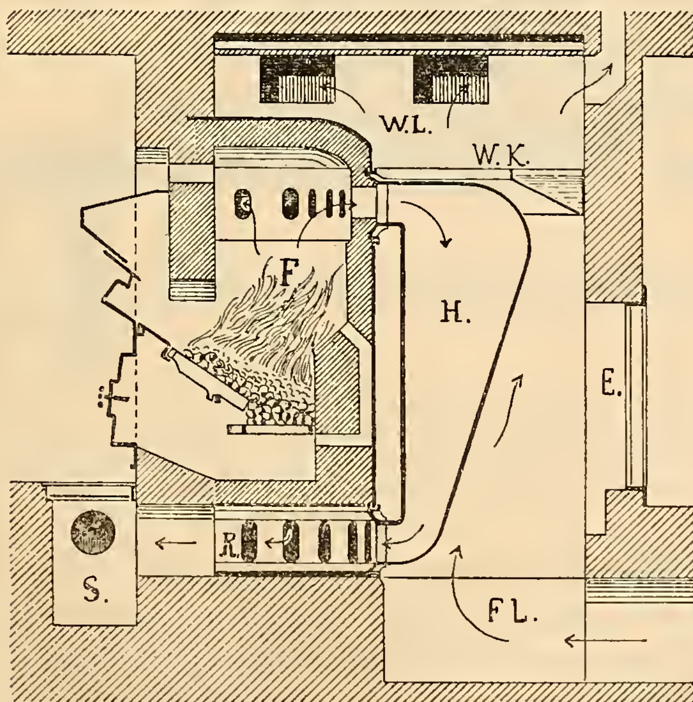


Fig. 87. Heizkörper nach Kori. E Einsteigethür in die Heizkammer; F Feuerung; H Heiz- oder Rauchkästen; R Rauchrohr; FL frische Luft; WL warme Luft; WK Wasserkasten; R Rauchsammler; S Schornstein.

und fliesst dann, nach oben steigend, den „Heiz- oder Warmluftkanälen“ zu, wo ihr durch „Mischkanäle“ oder in „Mischkammern“ je nach Bedarf kalte Luft beigemengt wird. Die Warmluftkanäle müssen weit und glatt sein und möglichst senk-

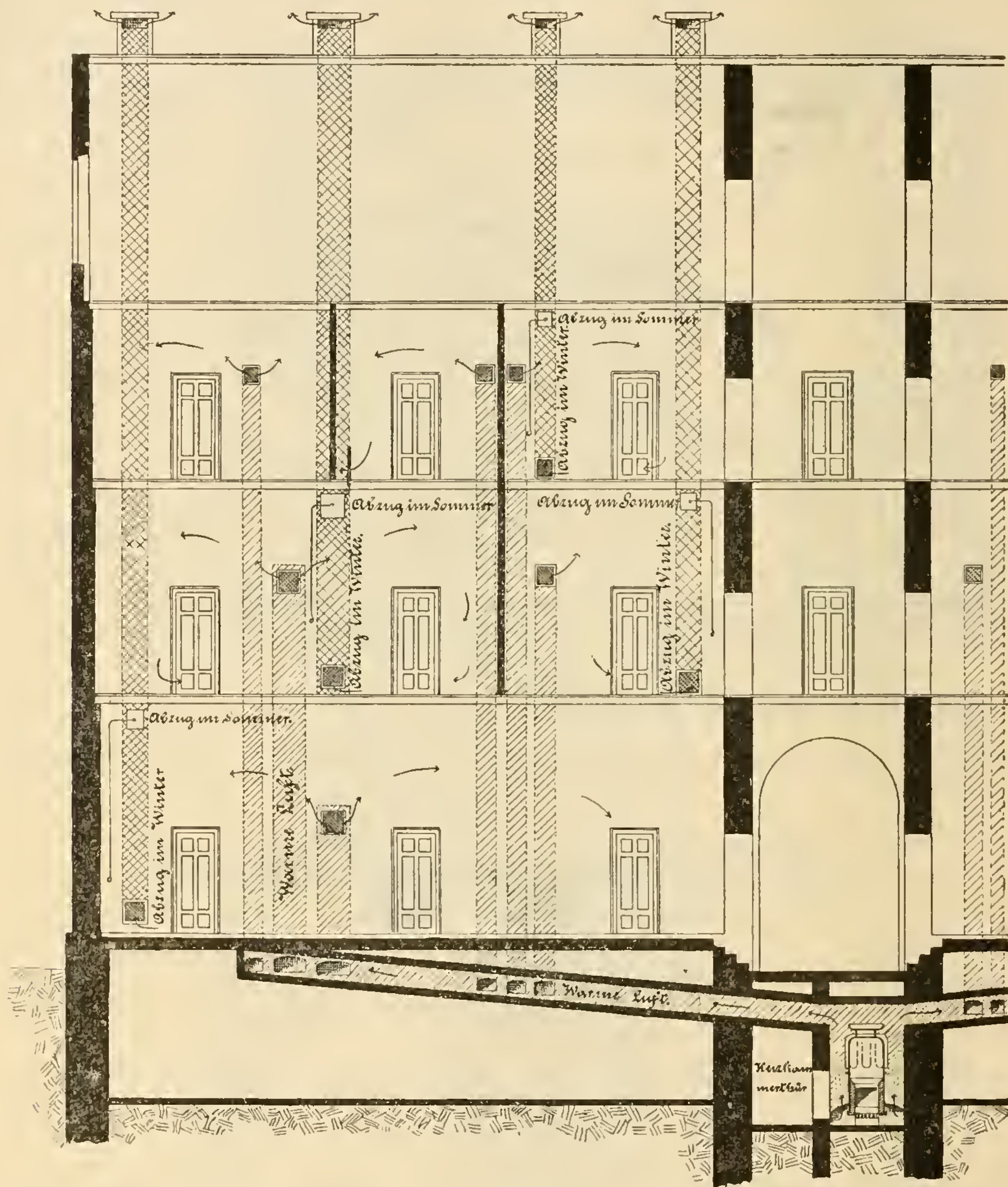


Fig. 88. Längsschnitt durch Kellergeschoss, drei Wohngeschosse und Dachboden eines mit Centralluftheizung versehenen Hauses. Die Luftzuleitungskanäle sind schräg gestrichelt, die Luftableitungskanäle sind kreuzweise gestrichelt.

recht aufsteigend in den Innenwänden der Häuser verlaufen; scharfe Winkel und horizontale Führungen sind zu vermeiden. Die Luft tritt etwas über Kopfhöhe aus weiten Oeffnungen — um ihre Schnelligkeit auf etwa $^1/_2$—1 m in der Secunde zu reduciren — in die einzelnen Zimmer hinein, wo sie verbraucht wird. Sie fliesst durch besondere Schlote, deren Mündungen

dicht über dem Fussboden liegen, wieder ab (Fig. 88). Die Ausströmungsöffnungen müssen Jalousien haben, welche den 40—50° warmen Luftstrom zunächst nach oben leiten, damit er nicht unangenehm empfunden werde. Wolpert setzt vor die Ausflussmündung einen bis fast auf den Boden reichenden Eisenkasten, „Luftofen“ genannt, welcher eine angenehme, geringe strahlende Wärme von sich giebt und die warme Luft über dem Fussboden gut vertheilt. Die Temperaturdifferenz zwischen oben und unten soll durch die Luftöfen bis auf 4—5° vermindert werden.

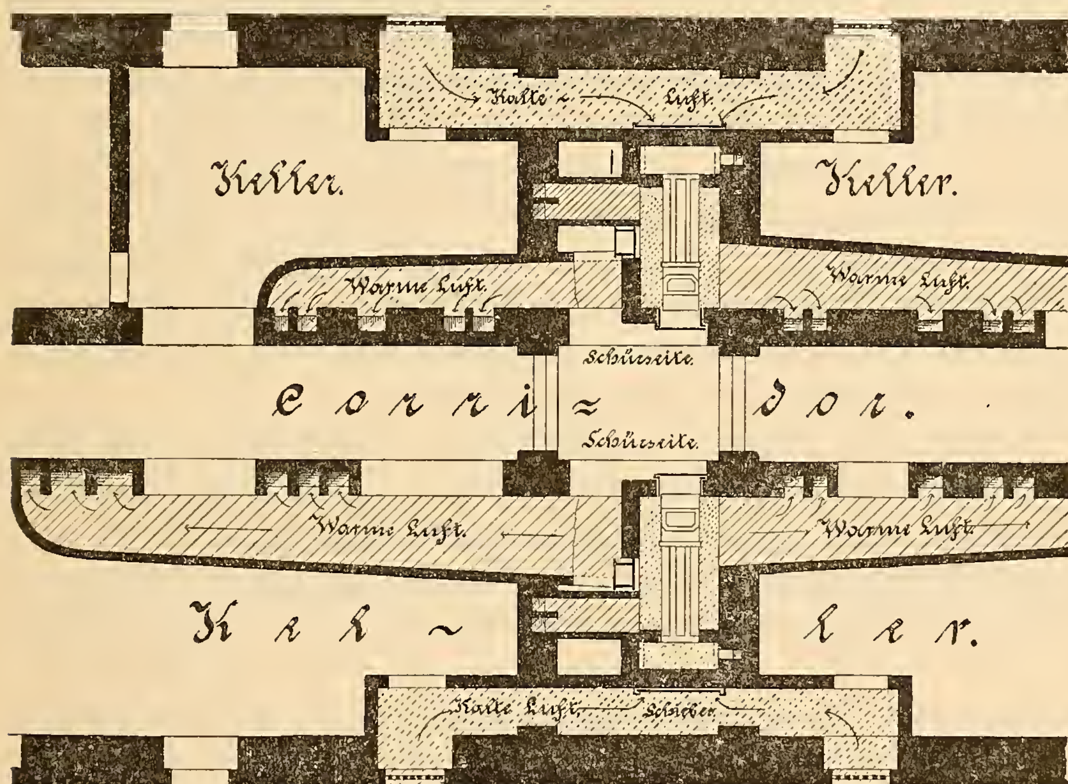


Fig. 89. Querschnitt durch die im Kellergeschoss liegenden Theile der vorstehend abgebildeten Centralluftheizungs-Anlage. Die beiden Heizkörper für die Nord- und Südhälfte des Hauses liegen sich gegenüber.

Eigenschaften und Eigenthümlichkeiten.

Theoretisch ist die Centralluftheizung die beste, sie hat aber in der Praxis bis in die neueste Zeit manche Uebelstände gezeigt. Es ereignet sich, dass die oberen Stockwerke zu viel, das Erdgeschoss zu wenig Wärme erhalten; der Grund liegt in der Höhendifferenz der Heissluftkanäle. Man vermeidet die Ungleichheit durch weitere Kanäle für das Erdgeschoss, durch Anlage engerer Kanäle für die oberen Stockwerke, oder durch Einschalten von Drosselklappen, oder dadurch, dass man die heisse Luft für das Erdgeschoss dicht unter der Decke, die Luft für die oberen Stockwerke näher am Boden der Heizkammer

entnimmt etc. Beim Oeffnen von Thüren und Fenstern können Gegenströmungen entstehen. Ferner kann bei starkem Wind die über dem Wind liegende Seite des Hauses kalt bleiben, während die unter dem Wind liegende sehr heiss wird. Durch das Verbot, Thüren und Fenster offen zu halten, durch entsprechende Stellung der Drosselklappen und mindestens zwei Frischluftkanäle wird diesen Uebelständen grösstentheils abgeholfen. Stets muss derjenige Frischluftkanal gewählt werden, auf welchen der Wind eine saugende Kraft nicht ausübt. Dem zu grossen Anprall des Windes lässt sich durch Klappen steuern. Damit die Luft bei dem raschen Wechsel nicht als trocken empfunden werde, muss sie nach ihrer Erwärmung reichlich angefeuchtet werden. Das geschieht am besten in der Heizkammer selbst, wie das auf Seite 219 in den beiden Figuren angegeben worden ist. Zuweilen soll das Gefühl der Trockenheit nicht durch Mangel an Feuchtigkeit, sondern durch die Beimischung der schon mehrfach erwähnten brenzlichen Producte hervorgerufen werden. Man vermeidet letztere durch Zuführung staubfreier, event. filtrirter Luft bei gleichzeitiger sorgfältiger Reinhaltung der Kanäle und der Heizkammer.

Feuer-, Wasser- und Dampfluftheizung.

Anfänglich gelang es nicht immer, die Heizapparate ganz dicht zu halten; bei ungünstiger Witterung oder conträrem Wind drangen dann Verbrennungsgase in die Heizkammer, von dort in die Zimmer und erzeugten vermöge des in ihnen enthaltenen Kohlenoxyds Kopfschmerzen und Uebelbefinden. Diesen Fehler hat man beseitigt durch bessere Construction der Heizkörper, oder dadurch, dass man die „Feuerluftheizung“, bei welcher die Luft den die Wärme erzeugenden Ofen direct berührt, ganz fallen lässt und statt ihrer die „Wasserluftheizung“ oder „Dampfluftheizung“ einrichtet, bei welchen in einem Heizkörper Wasser erhitzt wird, und die Luft zwischen den von dort ausgehenden und in besonderen, vom Heizkörper völlig getrennten Heizkammern untergebrachten Spiralen mit heissem Wasser oder Dampf hindurchstreicht.

Ein Nachtheil der Centralluftheizung liegt in der Schwierigkeit, Heizung und Ventilation zu trennen. Will man Heizung ohne Lüftung, so richtet man eine Circulationsventilation ein, d. h. besondere, eingebaute Kanäle führen die reine, aber abgekühlte Raumluft der Heizkammer wieder zu. Wünscht man starke Ventilation bei schwacher Heizung, so ist bei gering erwärmtem Heizkörper eine grosse Menge Luft mittelst eines Ventilators in die Heizkammer oder in die Mischkanäle und von dort in die Zimmer zu drücken, bezw. aus letzteren abzusaugen. Soll die Centralluftheizung gut functioniren, so sind eine sehr

sorgfältige Einrichtung und grosse Aufmerksamkeit beim Betrieb notwendig, insonderlich ist der Regulierung der Wärmeabgabe gebührende, nicht unbeträchtliche Aufmerksamkeit zu schenken. Für grössere Gebäude sind mehrere Centralluftheizungen erforderlich, weil die erwärmte Luft sich nur auf sehr kurze Strecken in horizontaler Richtung fortführen lässt; entfernter liegende Räume also nicht genügend erwärmt werden können.

In dem Vorstehenden haben wir die Wasser-, Dampf- und Luftheizung besprochen, als ob dieselben völlig von einander getrennt seien; das ist nicht der Fall, denn in der Praxis kommen die mannigfachsten Combinationen dieser drei Systeme vor, entsprechend dem jeweiligen Bedürfniss. So könnte man z. B. durch Nieder- oder Hochdruckdampf einen Wasserofen erwärmen und an seinem Rohrsystem die für die Ventilation und Heizung eines Zimmers erforderliche Luft vorbeistreichen lassen; man erhält so eine Hochdruckdampfwasserluftheizung, also eine Combination aller Systeme.

In Häusern mit Centralheizung, gleichviel welcher Art, sollten stets ein oder einige Zimmer mit Regulirfüllöfen oder Gasöfen versehen sein, damit man bei event. eintretenden Schäden der Centralheizung wenigstens einen heizbaren Raum besitzt, und an kalten Tagen ausserhalb der eigentlichen Heizperiode oder bei Erkrankungen von Familienmitgliedern leicht, und ohne die ganze Anlage in Betrieb zu setzen, ein warmes Zimmer haben kann. In dem Seite 187 abgebildeten Hause sind die Besuchszimmer mit Oefen ausgerüstet.

Für gewisse Verhältnisse, besonders für Kinderhospitäler oder Kinderpflegeanstalten, deren Insassen sich ja mit Vorliebe am Boden aufhalten, empfiehlt sich die schon bei den Römern gebräuchliche Fussbodenheizung. Bei derselben werden die Heiz- **Fussbodenheizung.** gase in besonderen, luftdichten Kanälen unter oder in dem Fussboden herumgeführt, ehe sie in den Schornstein gelassen werden. Zum Anheizen besteht, ähnlich wie bei den amerikanischen Füllöfen, eine verkürzte Verbindung zwischen Verbrennungsraum und Esse. Da die Fussbodenwärme sehr schwer regulirbar ist, so soll sie niedrig gehalten werden, und es ist bei Fussbodenheizung daher die Aufstellung von Heizkörpern in den Zimmern erforderlich.

Literatur: Fanderlick, Elemente der Lüftung und Heizung, 1887. Haase, Die Lüftungsanlagen und Heizsysteme, 1893. Gesundheitsingenieur 1887—95. Wolpert, 7 Vorlesungen über Wohnungshygiene (siehe auch Kap. Ventilation). Meidinger, Abhandlungen über Heizung.

Die Ventilation.

I. Die Veränderung der Luft der Wohnräume durch den Aufenthalt der Menschen und die Aufgaben der Ventilation.

Die Luft der Wohnräume wird durch den Aufenthalt, den Verkehr und Betrieb der Menschen verschlechtert. Abgesehen von der minimalen Verringerung des Sauerstoffs, werden der Luft riechende Substanzen organischer, vielleicht toxischer Natur, sowie Kohlensäure und Wasser beigemischt. Die Riechstoffe entstammen den auf der Haut und in den Kleidern vor sich gehenden Zersetzungen, zu welchen das Material zumeist vom Schweiss geliefert wird (Capron- und Caprylsäure); dann kommen hinzu die durch Darmgase hervorgerufenen Verunreinigungen. Ist eine Wohnung unsauber, so entwickeln sich aus den dort hängenden feuchten Kleidern, aus den Speise- und Unrathresten u. s. w. unangenehm riechende Dünste. Wie v. Pettenkofer zeigte, stehen die organischen Stoffe in einem gewissen Verhältniss zur Exspirations-Kohlensäure, und viele Personen empfinden bereits Unbehagen, wenn 1 $^0/_{00}$ CO_2 in der Wohnluft enthalten ist. Der abgegebene Wasserdampf hindert mehr oder weniger die Wärmeregulation, was in das Gewicht fällt, da die Temperatur der Räume durch die Anwesenheit der Menschen erheblich gesteigert wird. Zur Luftverschlechterung tragen ferner bei die Verbrennungsproducte der Beleuchtung (s. Kap. Beleuchtung) und die bei der Bereitung von Speisen erzeugten Dünste und Gase (Schwefelwasserstoff, Merkaptan); dann kommt hinzu der durch den Verkehr entstehende Staub, und schliesslich können der Luft der Wohnräume bestimmte Krankheitserreger beigemischt werden.

Veränderung der Luft.

Wir bezeichnen weiterhin eine Luft als schlecht, wenn sie, sei es durch die Anwesenheit vieler Menschen, sei es durch die Heizung oder die Beleuchtung stark erwärmt ist.

Längerer oder oft wiederholter Aufenthalt in schlechter Luft hat, abgesehen von event. eintretenden Infectionen, eine verminderte Widerstandsfähigkeit des Körpers gegen gesundheitliche Schädigungen zur Folge.

Die Ventilation hat die Aufgabe, die verdorbene oder stark erhitzte Luft durch reine oder kühle Luft zu ersetzen. Sie ist ausreichend, wenn die Zimmerluft in ihrer Zusammensetzung nicht wesentlich von der Aussenluft abweicht, oder — da der Kohlensäuregehalt als Massstab dient — wenn nicht mehr als 1 $^0/_{00}$ CO_2 sich findet, und die Temperatur auf einer den Zimmerinsassen angenehmen Höhe gehalten wird. Dabei muss der Luftwechsel unmerklich, jedenfalls ohne Belästigung, vor sich gehen. Selbstredend muss die Ventilation durch peinlichste Reinlichkeit unterstützt werden, wenn sie Effect haben soll, ebenso müssen entfernbare Quellen der Luftverunreinigung entfernt werden. Aufgabe der Ventilation.

In der Industrie hat die Ventilation ausserdem giftige und übelriechende Gase oder Staub zu entfernen. Das gelingt leicht, wenn die Ventilation am Ort der Staubentstehung kräftig saugend einsetzt. Dahingegen gehören sehr starke, die Arbeiter erheblich belästigende Ströme dazu, den bereits in das Zimmer gelangten Staub zu entfernen. Die Ventilation, wie sie gewöhnlich gehandhabt wird, reicht nach dem Ergebniss darauf gerichteter Untersuchungen nicht aus, Staub oder Bacterien, welche in der Luft schweben, rasch und sicher abzuführen. Noch geringer ist ihr Einfluss auf bereits am Boden abgelagerte, corpusculäre Elemente. Sollen Staub, sollen Bacterien aus der Luft entfernt werden, so lässt man sie niedersinken, was in wenig Stunden geschehen ist, und entfernt sie durch Abwischen mit feuchten Tüchern bezw. Ausfegen unter Anwendung feuchter Sägespäne. Staub.

II. Der Ventilationsbedarf.

Zur Zeit kennen wir Körper, welche die Schädlichkeit der Ausathmungsluft bedingen, noch nicht. Die Versuche, den Brauchbarkeitsgrad der Zimmerluft nach den Mengen an organischen Stoffen oder nach ihrer Temperatur zu bestimmen, haben brauchbare Resultate nicht ergeben, und wir sind vorläufig noch gezwungen, den Gehalt der Luft an Ausathmungskohlensäure als Massstab anzulegen, um aus ihm den Ventilationsbedarf pro Kopf und Stunde zu berechnen. Der erwachsene Mensch athmet in der Stunde ungefähr 22,6 l Kohlensäure aus; in der Aussen-

luft sind 0,3 ‰, oder im cbm sind 0,3 l CO_2 enthalten; es kann daher auf den cbm Aussenluft noch 0,7 l CO_2 zugegeben werden, bis 1 ‰ erreicht ist; so oft also 0,7 l in 22,6 l enthalten sind — rund 33 mal —, so oft muss ein cbm Aussenluft zugeführt werden, d. h. der stündliche Ventilationsbedarf beträgt für einen Erwachsenen 33 cbm. Ist die ausgeschiedene Kohlensäure, wie beim Kind, geringer, beträgt sie z. B. nur die Hälfte, 11 l, so ist der Ventilationsbedarf = 11 : 0,7 = 16 cbm. Man darf annehmen, dass Schulkinder etwa so viel Liter Kohlensäure in der Stunde ausathmen, als sie Jahre alt sind.

Luftcubus. Die mehr als dreimalige Erneuerung der Zimmerluft in der Stunde wird bei rauher Witterung als Zug empfunden, bei milder Witterung oder guter Vorwärmung der eingeführten Luft ist ein fünfmaliger Wechsel noch möglich; der geringste zulässige Luftcubus der Zimmerräume pro Kopf soll daher nicht weniger als 10 cbm betragen. Ist die Ventilation nicht völlig ausreichend, so muss über diese Zahl weit hinaus gegangen werden, wenn nicht die Luft in kurzer Zeit erheblich verschlechtert werden soll. Während manche Bauordnungen für Schlafräume 10 cbm verlangen, die Polizeiverordnungen dem Schlafburschen denselben Luftraum sichern, gewährt die deutsche Militärverwaltung 16 cbm, geben die Militär- und Civilspitäler nicht unter 30, in vielen Fällen sogar über 100 cbm Zimmerraum, neben vorzüglichen Ventilationseinrichtungen. Selbstverständlich muss die eintretende Luft rein sein und darf z. B. nicht durch den Fussboden die verbrauchte Luft der unteren Stockwerke eindringen, ebensowenig ist es gestattet für Schulen, Kasernen, Krankenhäuser u. s. w. die Zuluft von den Corridoren zu entnehmen; dass staubhaltige Luft durch Filtration gereinigt werden muss, ist schon S. 22 angegeben.

III. Die Einrichtung der Ventilation.

A. Die Oeffnungen und Kanäle.

Die Ventilation besteht in der Zuführung von reiner und der Abführung der verbrauchten Luft; deshalb muss jeder zu lüftende Raum mindestens zwei Oeffnungen haben. Fehlt scheinbar die eine oder die andere oder beide, so werden sie durch die Ritzen in den Thüren und Fenstern, die Poren der Wände oder sonstige zufällige Lücken ersetzt. Bei allein geöffnetem Fenster oder offener Thür stellt der obere Teil den Auslass, der untere Theil den Einlass dar.

Am besten werden schon beim Bau für die Zwecke der Luftzufuhr und Luftabfuhr besondere Oeffnungen vorgesehen.

Die Einlassöffnungen.

Die Einlässe sollen so liegen, dass die eintretende Luft nicht das Gefühl der Kälte oder des Zuges erregen kann. Zu diesem Zwecke führt man die frische Luft in einem Kanal an den Ofen heran und lässt sie in den weiten Ofenmantel oder in besondere Röhren des Ofens, oder in einen kleinen Schacht hinter dem Ofen einströmen, wo sie erwärmt wird und gegen die Decke steigt. Dort und an den Wänden kühlt sie sich ab, geht nieder und wird eingeathmet.

Die Fig. 68, 76, 80, 83, 84, 91 und 92 zeigen, wie die Kanäle verlaufen und wie die Luft erwärmt wird.

Wenn diese Methode nicht anwendbar ist, lässt man die kalte Luft über Kopfhöhe eintreten und zunächst nach oben steigen, wo sie sich vertheilt und erwärmt, worauf sie langsam niedersinkt und geathmet wird. In guter Weise wird der Aufstieg erreicht durch Glasjalousien. Ein Oberlicht des Fensters ist, anstatt mit fester Scheibe, mit einigen, um die horizontale Achse drehbaren, unter sich verbundenen Glasplatten versehen; diese können durch einen Hebel senkrecht, wodurch Schluss, oder schräg, mit der Richtung nach oben und innen gestellt werden, wodurch Oeffnen und Lufteintritt mit Aufdrift nach oben, bewirkt werden. Einfacher ist die in der Zeichnung angegebene Ventilationsklappe. Eine Fensterscheibe des Oberlichtes ist um ihre untere Kante nach innen drehbar gemacht. Damit die kalte Aussenluft nicht rechts und links neben der Klappe direct nach unten falle, sind zwei seitliche Blechplatten, sog. Wangen (W), angebracht (Fig. 90). Man kann auch die kalte Luft, in eine grosse Anzahl kleiner Ströme zerlegt, über Kopfhöhe eintreten lassen (Porenventilation), wodurch ebenfalls eine Erwärmung erzielt und doch das Gefühl des Zuges vermieden wird.


Fig. 90.

Ausflussöffnungen für Entwärmung.

Die Auslässe sind oft doppelt vorhanden. Dicht unter der Decke befinden sich die mit einer Klappe versehenen „Entwärmungsöffnungen“, welche dazu dienen, bei gesteigerter Temperatur die lästige Wärme rasch abzugeben. Die hierbei zugleich erzielte Wirkung auf die Zusammensetzung der Luft ist eine beiläufige. Da das Bedürfniss, Wärme abzuführen, hauptsächlich in den schon wärmeren Jahreszeiten vorhanden ist, so sagt man auch, die obere Oeffnung diene der „Sommerventilation“, treffender jedoch ist der erstere Ausdruck.

Der Auslass, welcher die verbrauchte Luft abführt, die für Entlüftung. „Entlüftungsöffnung", muss in der Nähe des Zimmerbodens liegen, da die reine Luft oben einfliesst bezw. nach oben geleitet wird. Läge die Entlüftungsöffnung auch oben, so würde die reine, warme Luft direct durch sie abziehen, und die Zimmerbewohner befänden sich an dem Boden eines Bassins mit stagnirender, schlechter, kühler Luft, während über ihren Köpfen,

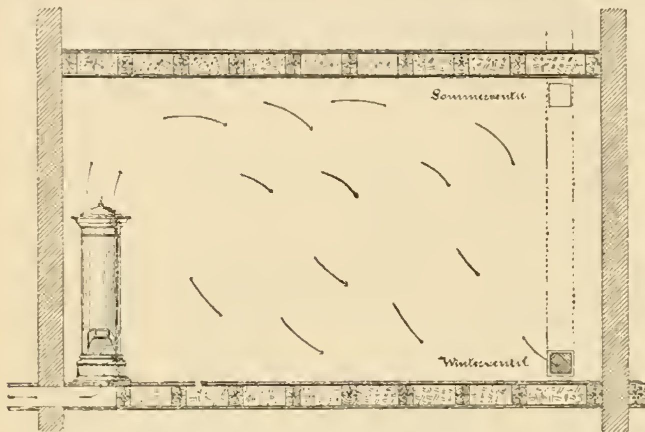


Fig. 91. Weg der Luft bei Lufteinströmung in den Ofenmantel, Luftabströmung an der gegenüberliegenden Wand.

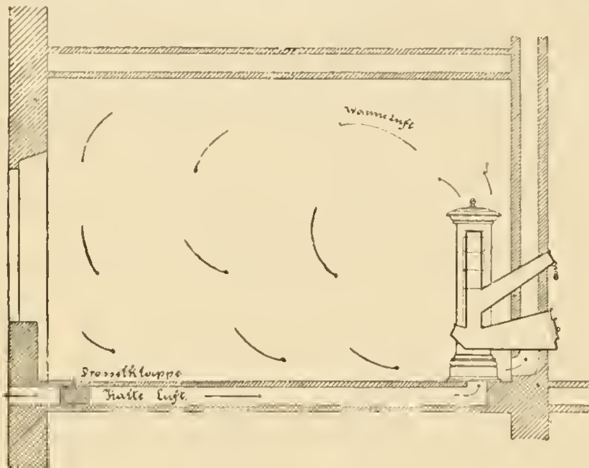


Fig. 92. Weg der Luft bei Lufteinströmung in den Ofenmantel, Luftabströmung direct neben dem Ofen.

aber für sie unerreichbar, ein Strom warmer, guter Luft flösse. Man legt die Oeffnung für den Abfluss zweckmässig nahe der Oeffnung für den Zufluss, weil der Weg, welchen die Luft in diesem Falle zu machen hat, der grösste ist, wodurch ihre Circulation eine stärkere, ihre Mischung und die Wärmevertheilung eine gleichmässigere und die Ausnutzung eine bessere wird. Die zwei Zeichnungen, Fig. 91 und 92, bedürfen hiernach einer weiteren Erläuterung nicht.

Kanäle. Beide, die Entwärmungs- und die Entlüftungsöffnung, münden in einen Kanal, welcher die Abluft bis über das Dach bezw. bis auf den Dachboden führt. Man legt die Abluftschlote, um sie leicht bis über den höchsten Dachfirst führen zu können, und der gleichmässigen Temperatur wegen in die Innenwände des Hauses, macht sie weit und glatt und zieht sie möglichst gerade

nach oben, um auf diese Weise die Reibungswiderstände thunlichst zu verringern. Durch Drosselklappen lässt sich der Querschnitt beliebig verändern. Alle Theile einer Lüftungsanlage müssen leicht zugänglich sein und in kurzen Zwischenräumen gereinigt werden. Man vermeidet es gern, mehrere Abluftkanäle zu einem zu vereinigen, damit nicht bei rückläufigem Ventilationsstrom, welcher sich nicht immer ganz vermeiden lässt, die schlechte Luft des einen Zimmers in ein anderes Zimmer mit guter Luft hinabgedrückt werde. Die Möglichkeit der rückläufigen Bewegung, z. B. wenn die Aussenluft wärmer wird als die Innenluft, spricht auch gegen die Ausmündung der Kanäle auf den gemeinschaftlichen Dachboden. Hierzu kommt noch, dass im Winter der Schnee über Tag von dem Dach durch die warme Luft weggethaut wird, während das Schmelzwasser in den Dachrinnen anfriert; auf diese Weise entstehen mächtige Eiszapfen, die gefährlich werden können, oder das Wasser dringt in das Mauerwerk und veranlasst bedeutende Frostschäden.

B. Die ventilirenden Kräfte.

a) Druckdifferenzen durch Temperaturunterschiede.

Die Ventilation wird bewirkt durch Diffusion oder Druckdifferenzen.

Der Effect der Diffusion ist gering, weil die Berührungsflächen zwischen Innen- und Aussenluft klein sind, und der Vorgang viel Zeit in Anspruch nimmt; er verschwindet völlig gegenüber der Wirkung der Druckunterschiede.

Diese werden bedingt 1. durch Temperaturverschiedenheiten. Die Gase dehnen sich für jeden Grad Wärmeerhöhung um $^1/_{273}$ $= 0{,}00366$ ihres ursprünglichen Volumens aus und werden um ebensoviel leichter. Je grösser der Temperaturunterschied zwischen Innen- und Aussenluft ist, um so beträchtlicher ist ihre Gewichtsdifferenz, um so intensiver wird die leichte Luft von der schweren verdrängt, d. h. um so energischer ist die Ventilation. **Höhe der Temperatur.**

Die Zimmerluft ist im allgemeinen wärmer, also leichter als die Aussenluft; daher wird in den unteren Theil des Zimmers durch die vorhandenen kleinen Oeffnungen in und an den Fenstern und Thüren und durch die Poren der Wände und des Fussbodens kalte Luft hinein dringen, während durch die im oberen Theil der Zimmerwand und der Zimmerdecke befindlichen Oeffnungen die schlechte, warme Luft herausgedrückt wird. Zwischen Ein- und Austrittszone liegt die neutrale Zone; ihre Höhenlage richtet **Natürliche Ventilation.**

sich nach der Grösse der Widerstände, welche die ein- und austretende Luft überwinden muss; sie liegt also in der Mitte der Zimmerhöhe bei oben und unten gleichen Widerständen; finden sich unten mehr und weitere Oeffnungen als oben, so liegt die neutrale Zone tief; wird aber dicht unter der Decke eine weite Oeffnung gemacht, so steigt sie ganz nach oben, d. h. alle sonst vorhandenen Ocffnungen dienen dazu, so viel schwere, also kühle Luft einzulassen, als warme durch die obere Oeffnung entweicht. In der neutralen Zone ist die Druckdifferenz Null, sie nimmt zu mit der Grösse der Entfernung, ist also an Decke und Fussboden am beträchtlichsten; die Beschaffenheit der letzteren ist daher für diese Art der „natürlichen Ventilation" von ausschlaggebender Bedeutung. Recknagel fand, dass unter den günstigsten Bedingungen, d. h. bei freiliegenden, schlecht gebauten Wohnräumen der so erzeugte Luftwechsel ein einmaliger in der Stunde war, während er in gutgebauten Wohnungen auf $^1/_5$ herabsank. Hiernach kommt also die durch Temperaturdifferenzen erzeugte natürliche Ventilation nur für schlecht und leicht gebaute Häuser in Betracht.

Künstliche Ventilation.

Sind besondere Luftkanälc eingebaut, so ist die theoretische Geschwindigkeit einer durch Temperaturdifferenzen verursachten Luftströmung proportional der Quadratwurzel aus dcn bestehenden Temperaturdifferenzen zwischen kalter und warmer Luftsäule. Ist z. B. die mittlere Temperatur der warmen Luftsäule im Ofen und Schornstein 60°, und zeigt die Aussenluft das eine Mal + 15°, das andere Mal — 2°, so verhalten sich die Schnelligkeiten im Rohr wie die $\sqrt{60-15} : \sqrt{60-(-2)} = \sqrt{45} : \sqrt{62}$, d. h. nahezu wie 7 : 8.

Höhe der warmen Luftsäule.

Ausser dem Tempcraturunterschied kommt die Höhe der erwärmten Luftsäule in Betracht. Ein mit Abführungsschacht versehenes Zimmer kann man sich vorstellen als ein U-Rohr, dessen einer Schenkel gleich der Zimmerhöhe (a) und der Schlothöhe (b) ist, dessen anderer Schenkel die freie Atmosphäre bis zu einer jener gleichen Erhebung (h=a+b) darstellt. Nach dem Fallgesctz stürzt die schwerere Flüssigkeit, d. h. die kältere Luft des einen Schenkels, mit um so grösserer Schnelligkeit in den anderen Schenkel hinein, je höher sie fällt, je höher also die differenten Luftsäulen sind, und je grösser der Gewichtsunterschied ist. Wenn im Winter Zimmer und Schlot warm, die Aussenluft aber kalt ist, so fliesst letztere in das Zimmer hinein und drückt die warme Luft zum Schlot hinaus. Lässt man die kalte Luft unten ein-, die warme oben austreten, so kommen Höhen- und Tempe-

raturunterschied voll zur Wirkung; lässt man aber die kalte Luft oben ein-, die warme unten ausfliessen, so wärmt sich die erstere in den oberen Zimmerregionen an, während sich die letztere an dem Boden etwas abkühlt, es wird der Temperaturunterschied und damit der Luftaustausch geringer; das Höhenverhältniss (h=a+b) wird durch diese Anordnung nicht verändert.

Im Sommer ist zuweilen die Zimmerluft kühler als die Aussenluft. Oeffnet man die Klappen, so fliesst die Stubenluft aus der unteren, der eigentlichen Zuluftöffnung ab, während die warme Aussenluft aus dem Schlot durch die sog. Entwärmungs- oder Entlüftungsöffnung nachrückt. Die Schnelligkeit des Abströmens richtet sich nach dem Temperaturunterschied und der Höhe des Zimmers. Der Wohnraum bildet den mit schwerer Luft gefüllten Schenkel des U-Rohres, welchem eine wärmere, leichtere Aussenluftsäule (h=a) als anderer Schenkel gegenübersteht.

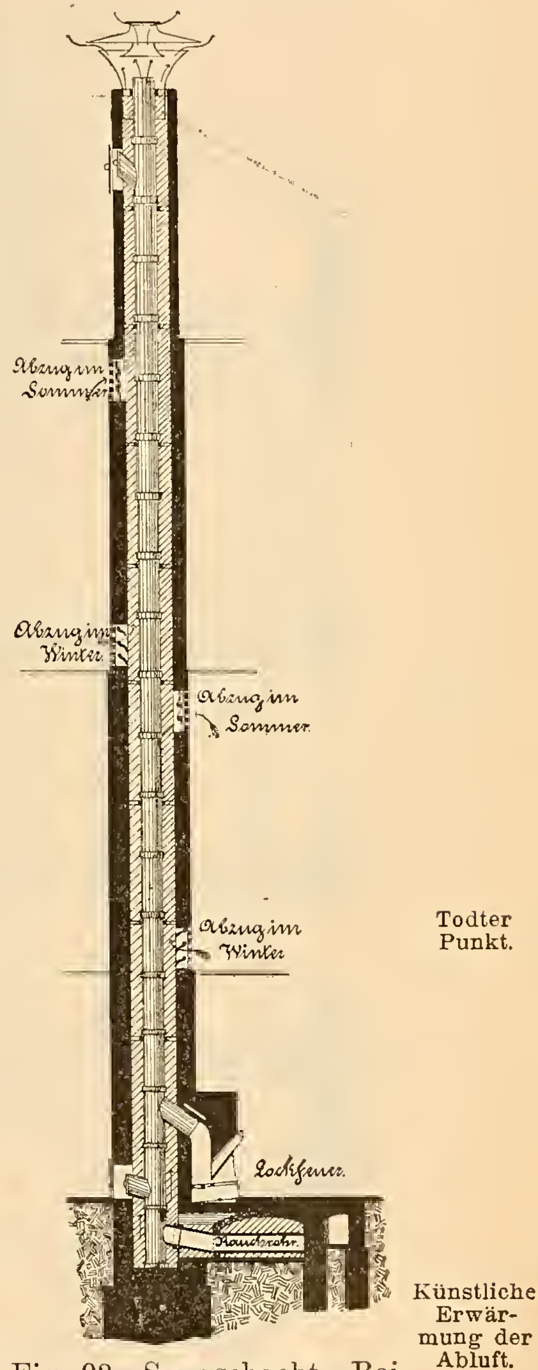


Fig. 93. Saugschacht. Bei dem Worte „Rauchrohr“, an der heissesten Stelle, mündet der Abluftsammelkanal in den Schlot.

Eine Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Aussenluft von nicht mehr als 5° wird durch die Reibungswiderstände compensirt Wenn man bei diesem geringen Wärmeunterschied noch Luftbewegung erzeugen, oder einen vorhandenen ventilatorischen Effect steigern will, so erwärmt man die abziehende Luft künstlich. Zu dem Zwecke kann man in jedem einzelnen Schlot einen Bunsenbrenner anbringen. — 1 cbm Gas vermag unter sonst günstigen Bedingungen bei seiner Verbrennung gegen 700 cbm Luft abzuführen —, oder man sammelt die abziehenden Luftschächte auf dem Dachboden zu einem gemeinsamen Kanal, in welchen man eine Wärmequelle, eine Lockfeuerung, bringt (appel par en haut).

Andererseits kann man, was bei Neuanlagen schon nach Möglichkeit geschieht, die Luftschächte neben die Ofenschorn-

steine legen, um deren Wärme auszunutzen (siehe die Abbildung 66 a, b, c). Ergiebiger wird die Wirkung, wenn man den unteren Theil der Zwischenwand der beiden Schlote (die Schorn-

Fig. 94. Lüftungsanlage in dem Landgerichtsgebäude zu Dortmund, ausgeführt von dem Eisenwerk Kaiserslautern.

Die frische Luft kann von allen vier Seiten, von a, b, c, c, der Heizkammer d zufliessen, wo der Rippenheizkörper e mit Füllfeuerung f steht. Die warme Luft steigt durch die schräg gestrichelten Kanäle in die Zimmer. Bei g gehen die Verbrennungsgase in horizontalem Kanal zu dem grossen Schornstein h, welcher von weitem Abluftkanal umgeben ist. Die Abluft der Kanäle i, k, l wird ihm durch den Sammelkanal r zugeführt. Bei h steht für den Sommer ein Lockofen.

steinwange) durch eine 1—3 m lange Eisenplatte ersetzt. Der Ofen wirkt ebenfalls ventilirend; Recknagel fand, dass bei einer Schnelligkeit von 3—4 m in der Secunde durch ein Zugloch von 10 qcm Grösse 10—14 cbm Luft, durch eine offene Aschenthür

bis 50 cbm in der Stunde entweichen; das dürfte ungefähr der Luftmenge entsprechen, welcher eine Person in der gleichen Zeit bedarf. Oeffnungen im Ofenrohr gestatten eine lebhafte Ventilation selbst bei hermetisch geschlossenen Ofenthüren, also ohne directen Wärmeverlust.

Bei grösseren Anlagen baut man einen weiten Schornstein und führt in seiner Mitte das gusseiserne Rauchrohr der Centralheizung aufwärts (Fig. 93). In den so entstandenen erwärmten Kanal münden die zunächstliegenden Abluftrohre direct. Die entfernteren werden gewöhnlich nicht nach oben, sondern nach unten geführt und im Kellergeschoss zu einem Sammelkanal vereint, welcher entweder in die Feuerung oder in den unteren Theil des Kamins ausmündet (appel par en bas). Im Sommer wird letzterer durch einen besonderen Ofen geheizt. Ausser der Abbildung 93 zeigt ebenfalls Fig. 94 sowohl die direct in den Ventilationskamin mündenden Oeffnungen als auch die abwärts führenden Kanäle (i, k, l) und den Sammelkanal der Abluft (r).

Beleuchtungswärme. In Concertsälen, Theatern ist es vor Allem die Beleuchtung, welche die starke Temperatursteigerung der oberen Räume bedingt. Bei dem Gas- und Petroleumlicht muss die Wärme in besonderen Abzügen abgeführt werden. Leider wird hierauf zu

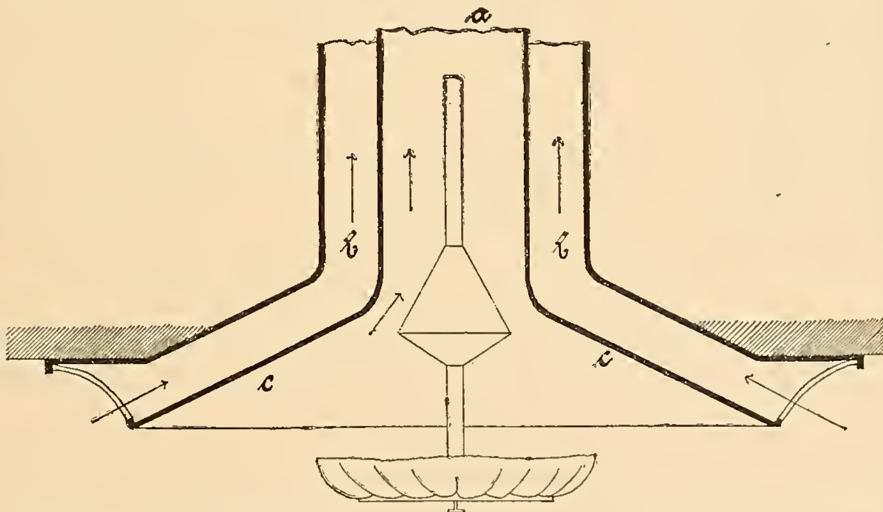


Fig. 95. Sonnenbrenner mit Abführung der Verbrennungsgase und der schlechten Luft.

wenig Rücksicht genommen; man baut besondere Kanäle, um Zimmer etc. zu entwärmen und zu entlüften, aber die Wärme und die Verbrennungsproducte, welche durch die Beleuchtung entstehen, werden selten abgeführt; noch weniger oft wird ihre unentgeltlich gelieferte Kraft für Ventilationszwecke verwendet, trotzdem sich dieses in der leichtesten Weise bewerkstelligen lässt. Die Abbildung 95 zeigt eine Anzahl zu einem „Sonnen-

brenner“ vereinigter Flammen, welche ihre Hitze und Verbrennungsgase in den von einem weiten Mantel (b) umgebenen Kanal (a) abführen. Der untere Theil des Kanals (c) ist abgebogen und blank, er dient als Reflector. Die aus Eisenblech bestehende Kanalwand erhitzt sich stark und überträgt ihre Wärme an die Luft der Ummantelung (b), wodurch eine lebhafte Abführung der erhitzten Saalluft eingeleitet wird. In ähnlicher Weise kann jede Flamme, jede Lampe zu ventilatorischen Zwecken dienstbar gemacht werden.

b) Druckdifferenzen durch Luftbewegung.

Druckdifferenzen entstehen ausser durch Temperaturverschiedenheiten auch durch Luftbewegung.

Wind.

Trifft bewegte Luft auf eine ihr entgegenstehende Fläche, so übt sie auf die ihr zugewendete Seite einen positiven, auf die ihr abgewendete Seite einen negativen Druck, eine saugende Kraft, aus.

Grösse des Druckes.

Der Druck, welchen der Wind auf eine Hauswand ausübt, ist um so stärker, je grösser seine Schnelligkeit, und je grösser der Sinus seines Einfallswinkels ist.

Der Wind kann durch die Ritzen und Spalten der Fenster und Thüren, die Poren des Mauerwerks oder durch besondere, zu dem Zweck angelegte Oeffnungen in ein Gebäude eindringen und lüftend wirken.

Poren-ventilation.

In gut gebauten Häusern sind Fenster und Thüren möglichst dicht gearbeitet, desgleichen ist die Durchlässigkeit der Mauern gering; an und für sich sind die Poren der hartgebrannten Ziegel eng, zudem werden sie durch den Verputz, den Kalkfarben- oder Oelanstrich oder die Belegung der Wände mit Tapeten zum grössten Theil verschlossen. Sind jedoch die Häuser leicht gebaut, ist das Baumaterial kein gutes, wie z. B. bei sehr vielen ländlichen Wohnungen, dann kommt dieser Theil der „natürlichen“ oder „Porenventilation“ zur Geltung und vermittelt einen Luftaustausch, welcher nicht gering ist und um so höher angeschlagen werden muss, als in derartigen Häusern andere Lüftungseinrichtungen zu fehlen pflegen.

Wenn besondere Oeffnungen für die Ventilation gelassen sind, so kann man die drückende und die saugende Kraft des Windes verwenden.

Propulsion Exhaustion.

Bei der „Propulsion“ versieht man die Einflussöffnung, gewöhnlich das obere Ende eines vertical gestellten Schachtes, mit einem „Propulsorkopf“ (Fig. 96), welcher entweder fest in der

herrschenden Windrichtung steht oder, beweglich construirt, sich durch eine Windfahne in die Windrichtung einstellt. Man verwendet diese Art der Pulsion mit besonderem Vortheil für Localitäten, in welche frische Luft schwer hineinzubringen ist, z. B. in die unter der Wasserlinie liegenden Schiffsräume, in Keller, mitten in grösseren Gebäudecomplexen befindliche Wirthschaftsräume und dergl.

Fig. 96. Propulsorkopf.

Häufiger als die drückende, verwendet man die saugende Kraft des Windes, indem man die oberen Enden der Kanäle, welche die verbrauchte Luft abführen sollen, mit „Aspirationsköpfen" versieht. Dieselben sind entweder nach Art der Zerstäubungsapparate gebaut (Fig. 97), oder sie sind den Propulsorköpfen gleich, halten aber mittelst einer grossen Wetterfahne

Fig. 97.

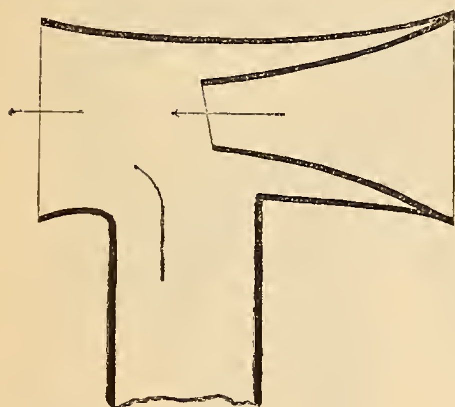
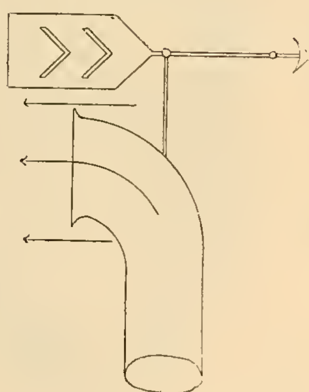
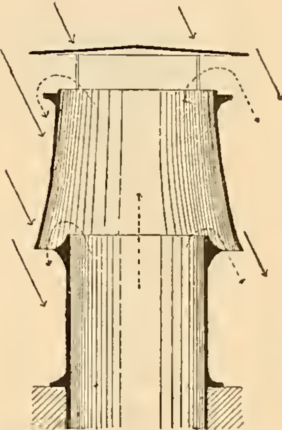


Fig. 98.



Zwei Exhaustorköpfe.

Fig. 99.



Wolpert'scher Luftsauger.

ihre Oeffnung von der jeweiligen Windrichtung abgewendet (Fig. 98). Ein kräftig saugender und das Eindringen conträrer Luftströme in ausgezeichneter Weise hindernder Aspirator ist der Wolpert'sche und der Grove'sche Luftsauger (Fig. 99 u. 100).

Künstliche Luftbewegung. Der Wind ist indessen ein zu unbeständiger Factor, als dass man eine gleichmässige Lufterneuerung durch ihn erwarten könnte; man ist daher meistens auf künstliche Luftbewegung angewiesen. Je nachdem man die bewegende Kraft vor oder hinter dem zu lüftenden Raum anbringt, drückt man Luft ein, „Pulsion", oder saugt ab, „Aspiration", „Exhaustion", „Suction".

Wenn die Qualität der zugeführten Luft eine gute ist, ihre Menge und Temperatur sicher und leicht regulirbar sind, dann ist die Propulsion im allgemeinen der Aspiration vorzuziehen.

Eine gute Wirkung hat das Hineindrücken von event. gekühlter oder erwärmter Luft von oben her in hohe, grosse, mit Menschen gefüllte Räume, z. B. Theater, Concert- und Versammlungssäle, bei gleichzeitiger Abführung oder Absaugung der verbrauchten Luft in den unteren Regionen dieser Räume. Man erreicht so eine gute, also der gewünschten Höhe entsprechende Temperatur und, da Ueberdruck in dem Raume herrscht, eine Verminderung des sonst so lästigen Zuges beim Oeffnen der Thüren.

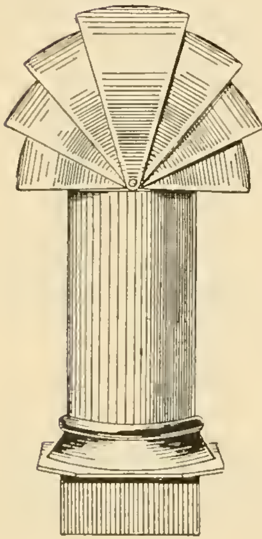


Fig. 100.
Grove'scher Ventilator.

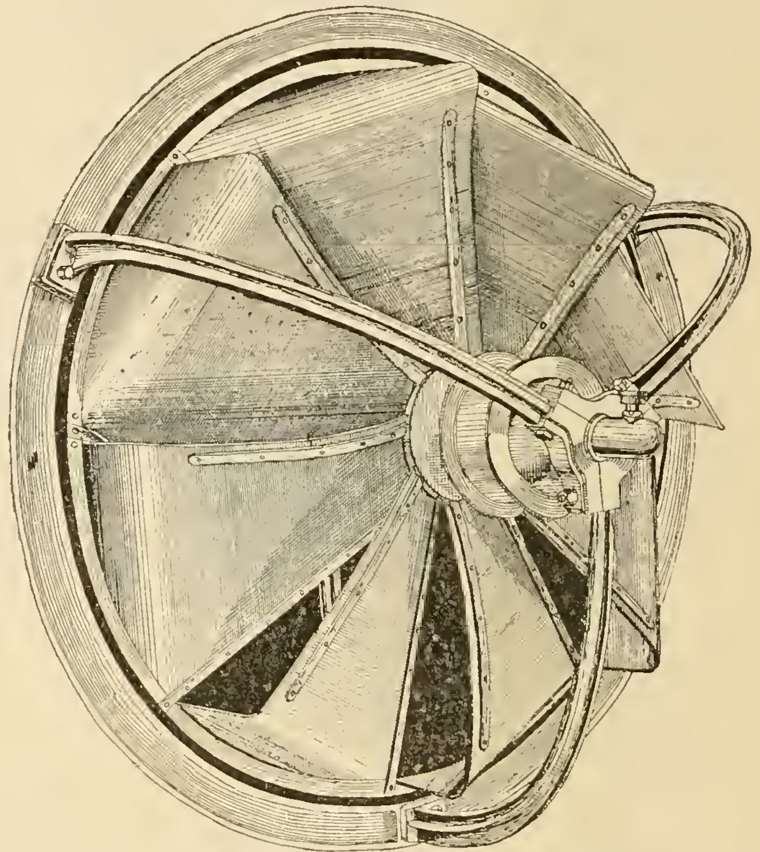


Fig. 101. Ventilator von Blackman.

In stark besuchten Räumen, z. B. Schulen, geben die vorhandenen Menschen so viel Wärme ab, dass eine Heizung oft nicht weiter nothwendig ist; um die erforderliche ausgiebige Lüftung zu erzielen, empfiehlt es sich die z. B. durch Niederdruckdampfheizung leicht angewärmte Luft (conf. S. 217) maschinell in die Räume hineinzudrücken.

Ventilatoren.

Als treibende Kraft verwendet man meistens Dampf, Wasser und Electricität. Entweder sind die Ventilatoren nach Art einer Schiffsschraube construirt bezw., wie die Fig. 101 zeigt, mit Schaufelflügeln versehen, welche durch ihre Anordnung und Form die gefasste Luft in der Längsrichtung des Kanals

weiterschieben, Schraubenventilatoren, oder sie haben rechtwinklig zur Achse gestellte Flügel, welche die an der Achse, aber von der Seite her eintretende Luft zur Peripherie hinschleudern, von wo sie in einem Kanal weiter fliesst, Flügel-Schleudergebläse oder Centrifugalventilatoren. Die Fig. 130 (Kap. Arbeiterhygiene) lässt diese Anordnung erkennen. Eine Pferdekraft liefert unter den günstigsten Bedingungen mit den ersteren Apparaten 460, mit den letzteren nur 120 cbm in der Minute.

Zur Aspiration für einzelne Zimmer und Säle (weil leicht in schon bestehende Gebäude einzubauen) verwendet man mit Vorliebe durch Wasser oder Electricität getriebene Ventilatoren. So lässt man z. B. innerhalb eines weiten Lüftungskanals Wasser unter starkem Druck aus einer in der Kanalachse angeordneten Brause austreten, welche grosse Quantitäten Luft mit sich reisst. Die beigedruckte Zeichnung eines derartigen Ventilators veranschaulicht die Wirkungsweise (Fig. 102); oder man verwendet Turbinen u. s. w.

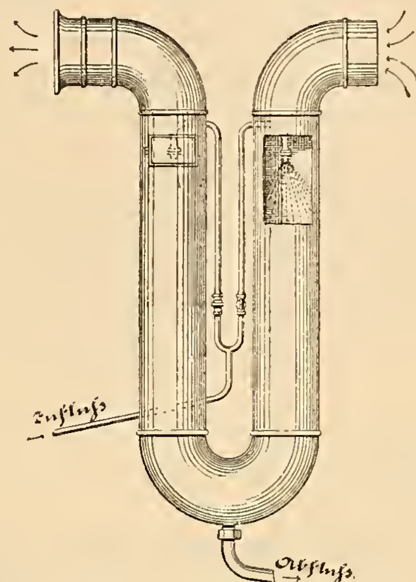


Fig. 102. Victoria-Ventilator von Lutzner und Gumtow.

Starker ventilatorischer Effect lässt sich durch Anwendung der Druckluft, welche sich zum Treiben von Maschinen etc. allmählich einzubürgern scheint oder durch Dampf erreichen. Durch eine in der Längsachse des Luftkanals angebrachte Düse entweichen die Druckluft oder der Wasserdampf in dünnem, aber kräftigem Strahl und saugen die neben ihnen befindliche Luft an.

IV. Die Sommer- und Winterventilation und die Bestimmung der Ventilationsleistung.

Die Lüftung geschieht zur Sommerzeit am einfachsten und besten durch Oeffnen der Fenster. Kommt es darauf an, rasch alle unreine Luft zu entleeren, so öffnet man sämmtliche Fenster und die Thür. Ein Schulzimmer sei $4 \times 6 \times 8$ m $= 192$ cbm gross, habe 3 Fenster und 1 Thür, letztere von 2 qm Fläche; die Schnelligkeit des durch die Thür dringenden Luftstromes betrage nicht mehr als 1 m in der Secunde (gewöhnlich ist sie

Sommerventilation.

erheblich grösser), so fliessen in der Minute 120 cbm Luft zur Thür herein und zu den Fenstern hinaus, in 1½ Minuten könnte das Zimmer entlüftet sein; rechnet man, da die reine Luft sich mit der Zimmerluft mischt, die doppelte Zeit, so wäre in drei Minuten die Luft völlig erneuert. Beim Oeffnen eines Fensterflügels von 0,8 qm Fläche und einer Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Aussenluft von 4° ergab sich ein Luftzutritt von nur 12 cbm in der Stunde, bei verklebten Thür- und Fensterfugen und 19° Differenz traten 57 cbm Luft ein, nach Anheizung des Ofens wurden unter sonst gleichen Bedingungen 94 cbm gemessen.

Eine langsame und gleichmässige Ventilation ohne Oeffnen der Fenster lässt sich dadurch erreichen, dass man die kühle Luft unten, also in der Nähe des Fussbodens einführt, und die verbrauchte Luft durch die obere Auslassklappe abführt. Siehe in Fig. 103 S^1, die ausgezogenen Pfeile und S.

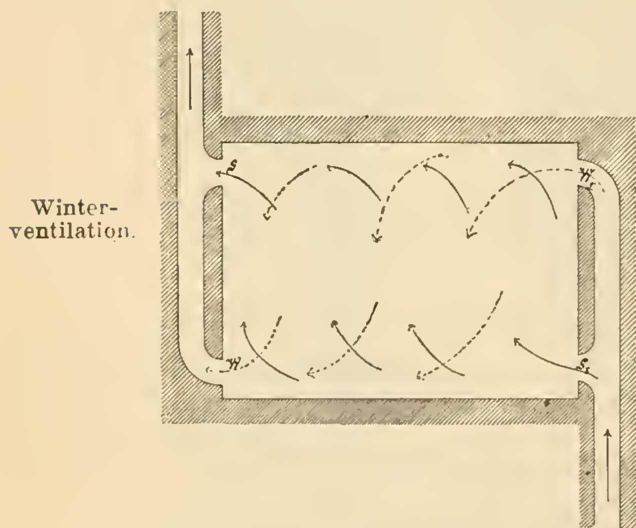


Fig. 103. Schema der Sommer- und Winterventilation. Die gestrichelten Pfeile (W) deuten die Luftströmung bei der Winterventilation, die ausgezogenen (S) bei der Sommerventilation an.

Die Intensität der Ventilation ist durch Drosselklappen oder Schieber zu regeln, welche in den Kanälen angebracht sind.

Im Winter muss die frische Luft immer angewärmt werden, ehe sie mit den Zimmerbewohnern in Berührung kommt. (Seite 227.) Die meisten Menschen sind gegen locale Abkühlung viel empfindlicher als gegen schlechte Luft, und man kann sicher sein, dass die Ventilation abgestellt oder unbrauchbar gemacht wird, wenn die Luft nicht angewärmt, sondern kühl in die Räume eintritt. Um die Luftbewegung unfühlbar zu machen, müssen die Einströmungsöffnungen, und, um sie leistungsfähig zu machen, die Kanäle weit sein.

Die oberen Auslässe, die Entwärmungsklappen, sind nur bei zu hoher Temperatur, oder wenn ein kurz dauernder energischer Luftwechsel erwünscht ist, den man durch Aufmachen der Fenster und Thüren nicht erreichen will oder kann, zu öffnen. Für gewöhnlich dienen im Winter die am Boden be-

findlichen Auslässe zur Abführung der verbrauchten Luft. Siehe in Fig. 103 W[1], die gestrichelten Pfeile und W.

Die Leistung der Ventilation bestimmt man durch Messung der in den zu ventilirenden Raum eintretenden und der austretenden Luft mittelst des Seite 15 Fig. 12 abgebildeten Anemometers. Die Schnelligkeit der Luftbewegung ist an den einzelnen Punkten eines Kanalquerschnittes nicht gleich. Ein brauchbarer Mittelwerth wird durch eine Reihe an verschiedenen Stellen des Querschnittes angestellter Messungen erhalten. **Messung.**

Die Ventilationsgrösse lässt sich ferner aus dem Kohlensäuregehalt der Zimmerluft berechnen. Zu dem Zwecke führt man einem Raum Kohlensäure zu und bestimmt ihre Menge. Nach einiger Zeit, während welcher die Ventilation in Thätigkeit war, wird wiederum gemessen. Aus der Differenz erhält man die Ventilationsgrösse unter Anwendung der von Seidel aufgestellten Formel: $V = 2{,}303 \cdot m \cdot \log\frac{k_2 - k}{k_1 - k}$, wobei k den Kohlensäuregehalt der freien Atmosphäre, k_1 den Gehalt am Beginn, k_2 am Ende des Versuches, m den Cubicinhalt des Zimmers bedeutet. **Berechnung.**

Recknagel hat berechnet, dass bei einem Preise von zwei Pfennigen für 3000 Kilogrammkalorien und einem Wasserpreis von fünf Pfennigen pro cbm die Zufuhr von 100 cbm Luft pro Stunde und ihre Erwärmung während der Heizperiode nicht mehr als etwa 30 M. jährlich kosten. **Kosten.**

Literatur: Wolffhügel, Zur Lehre vom Luftwechsel, Archiv für Hygiene 18. Prüfung von Ventilationsapparaten 1876. Wolpert. Theorie und Praxis der Ventilation u. Heizung. Recknagel, Ueber Lüftung, Ges. Ing. 1891. Rietschel, Lüftung und Heizung von Schulen 1886. Lüftungs- u. Heizungsanlagen 1893. K. Schmidt, Heizung u. Ventilation in Weyl's Handbuch der Hygiene 1896.

Die Beleuchtung.

I. Die Wirkung des Lichtes.

Psychische Wirkungen.

Das Licht, d. h. Aetherschwingungen von 0,000 760 bis 0,000 382 mm Wellenlänge, soweit das menschliche Auge in Betracht kommt, wirkt auf den Menschen wohlthätig ein; die Stimmung ist eine heitere, bessere, wenn die Sonne scheint, als wenn Regen niederfällt. In gut durchlüfteten, von der Sonne durchstrahlten Wohnungen fühlt man sich wohler als in dumpfen Zimmern, wohin kein Sonnenstrahl dringt. Dumpfe, düstere Räume bilden den Inbegriff der ungesunden Wohnung, und mit Recht, besitzt doch die Natur in dem Licht eines der kräftigsten Desinfectionsmittel. Eine grosse Zahl Krankheitserreger werden durch das Licht in kurzer Zeit getödtet. Die Milzbrandbacillen, die Cholera- und Typhusbacillen sterben, dem Licht ausgesetzt, viel rascher ab, als wenn sie im Dunkeln gehalten werden. Die gefährlichsten Feinde des Menschengeschlechts, die Tuberkelbacillen, sind gegen Licht ungemein empfindlich. Nicht nur das directe Sonnenlicht, schon das diffuse Himmelslicht bringt in wenig Tagen die üppigste Kultur zum Absterben.

Desinfection

Reinlichkeit.

Von Belang ist weiter, dass gute Beleuchtung die Unreinlichkeiten deutlich erkennen lässt und somit die Veranlassung wird, der wichtigsten hygienischen Massnahme, der Reinlichkeit, gerecht zu werden.

Stoffumsatz.

Das Licht wirkt insofern auf den Stoffumsatz fördernd ein, als das Individuum zu lebhafterer Thätigkeit, tieferem Athmen angeregt wird und dadurch mehr Kohlensäure ausscheidet, als wenn es im Dunkeln sich ruhig verhält.

Augen.

Steht so der ganze Körper unter der Einwirkung der Beleuchtung, so werden noch besonders die Augen beeinflusst. Ein Uebermass von Licht wirkt nur in seltenen Fällen schädlich. Strahlt das directe Sonnenlicht in das Auge, so kann Verminderung der centralen Sehschärfe eintreten. Die

Schädigung durch zu starkes,

längere Einwirkung glänzender Flächen bewirkt die Schneeblindheit, d. h. sie setzt die Fähigkeit herab, Netzhautbilder von geringerer Lichtintensität wahrzunehmen. Durch sehr intensive künstliche Beleuchtung, z. B. bei den Glasbläsern, tritt wohl eine Belästigung, aber nur selten eine eigentliche Schädigung ein.

Von den Wohnräumen hält man das Licht ab durch Jalousien oder durch weisse, gelbliche oder graue Fenstervorhänge, letztere können allerdings über 90% des Lichtes zurückhalten, während die hellfarbigen etwa 50% zurückhalten; gestreifte oder gemusterte Rouleaux sind ungünstig, da sie das Licht ungleich absorbiren. Sollen die Augen vor zu grellem Licht geschützt werden, so eignen sich grosse, rauchgraue oder blaue Brillen, die soweit vom Auge abstehen müssen, dass sie der Luftcirculation und der Schweissverdunstung nicht hinderlich sind.

durch zu schwaches Licht.

Häufiger als mit dem Lichtüberfluss hat man mit dem Lichtmangel zu kämpfen. Ungenügende Helligkeit bedingt Herabminderung der Sehschärfe, daher wird das Object möglichst nahe an das Auge gebracht, und damit eine angestrengte Accomodation ausgelöst, welche zu rascher Ermüdung und auf die Dauer zur Myopie und Schwachsichtigkeit führt.

II. Die Versorgung der Wohnräume mit Tageslicht.

Als von der Anlage der Strassen gehandelt wurde, ist schon gesagt worden, dass die Strassenbreite mindestens gleich der Höhe der Häuser sein sollte, damit die Mittagssonne die Erdgeschosse der Häuser möglichst bestrahle. Nach Norden liegende Zimmer sind erheblich dunkler als unter sonst gleichen Verhältnissen nach Süden gerichtete.

Diffuses Himmelslicht.

Vielfach aber werden sich die Bewohner mit diffusem Himmelslicht begnügen müssen, um so mehr, als man das directe Sonnenlicht bei dem Arbeiten nicht gebrauchen kann, dasselbe vielmehr abblenden muss. Die Helligkeit des diffusen Himmelslichtes steht in geradem Verhältniss zu der Helligkeit des Himmels, zu der Grösse des Himmelsabschnittes, welcher von dem Beobachtungs- bezw. Arbeitsplatz aus sichtbar ist, und zu dem Sinus des Einfallswinkels der Lichtstrahlen.

Ein Strahlenbündel von dem Durchmesser a beleuchtet bei senkrechtem Einfall die Fläche b c, bei einem Einfallswinkel von

45° die Fläche b d; im letzteren Falle erhält b c nur etwa $^2/_3$ des Lichtes, welches es im ersteren Falle bekommt. (Fig. 104).

Um die Grösse des sichtbaren Himmelsstückes nebst der Grösse des Einfallswinkels zu messen, ist von Weber ein kleiner Apparat angegeben, der sog. Raumwinkelmesser.

Raumwinkelmesser. Man denkt sich das Himmelsgewölbe in Quadrate eingetheilt, deren Seiten je $^1/_{360}$ eines Grades des grössten Kugelkreises betragen; der von diesen Seiten am Untersuchungspunkt eingeschlossene körperliche Winkel ist ein Raumwinkelgrad. Ist der Sinus = 1, fällt also das Licht senkrecht ein, so ist ein Platz selbst bei bewölktem Himmel für feinere Arbeiten, z. B. Lesen und Schreiben, noch genügend beleuchtet, wenn der Raumwinkel 50° beträgt, d. h. 50 solcher Quadrate umfasst (Cohn). Aendert sich der Sinus, so muss der Raumwinkel grösser werden (50. sin α,) wenn die Helligkeit dieselbe bleiben soll. Die Messung geschieht durch die Aufstellung einer Linse vor einem quadrirten Papier. Jedes scharf beleuchtete Quadrat entspricht einem Raumwinkelgrad; die Neigung der Linse zur Horizontalen lässt auf einem Kreisbogen die Grösse des Einfallswinkels direct erkennen.

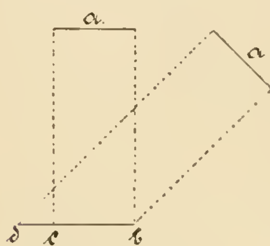


Fig. 104.

Die Gesammthelligkeit. Die Helligkeit eines Platzes wird weiterhin beeinflusst durch die Menge des von den gegenüberliegenden Häusern, von den Zimmerwänden, der Decke und von der beleuchteten Fläche selbst reflectirten Lichtes und durch die Entfernung der leuchtenden Fläche, also des Fensters, vom Arbeitsplatz (sie ist umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung). Ist die Menge des reflectirten Lichtes bedeutend, so kann ein Platz noch genügendes Licht haben, wenn sein Raumwinkel selbst erheblich weniger als 50° beträgt, ausserdem nimmt der Raumwinkel mit der Entfernung vom Fenster rascher ab als die Helligkeit, und die Helligkeit des Himmels beeinflusst einen Platz oft mehr als die Grösse des Raumwinkels selbst. Das Tageslicht, welches an einem Wintertage durch eine 1 qm grosse Oeffnung auf eine gleich grosse und 1 m entfernte Fläche fällt, beträgt 2500 Meterkerzen.

Photometer. Um das gesammte Licht einer Stelle, z. B. eines Arbeitsplatzes, zu messen, eignet sich in vorzüglicher Weise das Weber'sche Photometer (Fig. 105). Als Helligkeitseinheit betrachtet man in Deutschland diejenige Lichtmenge, welche eine Paraffinkerze von 20 mm Durchmesser bei 50 mm Flammenlänge, eine

sog. Normalkerze, in 1 m Entfernung auf die Flächeneinheit wirft, = 1 Meterkerze. Besser ist die von v. Hefner-Alteneck eingeführte Amylacetatlampe, deren Docht so gestellt werden kann, dass die Flamme eine Höhe von 40 mm besitzt. 1 Hefnerlicht = 0,817 deutsche Paraffin-Normalkerze. In dem horizontalen Tubus (A) des Weber'schen Photometers wirft eine Normalkerze (C) ihr Licht auf eine verstellbare Milchglasplatte (b); da die Helligkeit dem Quadrat der Entfernung (E) umgekehrt proportional ist, so kann man für jede Stellung genau den Helligkeitsgrad berechnen. Der zu A bewegliche Tubus (B) wird mit seiner unteren Oeffnung

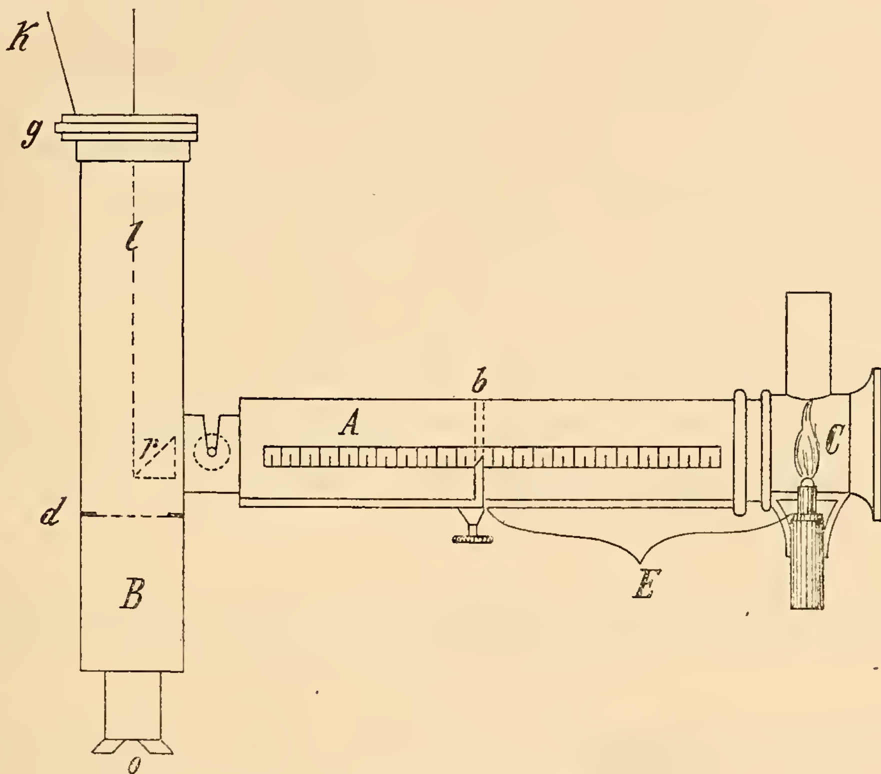


Fig. 105. Photometer von Weber.

(g) auf die zu untersuchende, mit einem Bogen weissen Papieres bedeckte Stelle gerichtet. Das Diaphragma (d) giebt eine scharfe Gesichtsfeldbegrenzung. Der Ansatzkasten (k) und die Scheidewand (l) halten seitliches, falsches Licht ab. Durch die Oeffnung (o) blickt der Untersuchende, welchem durch das Prisma (p) das Licht der Milchglasplatte direct neben das Licht des zu untersuchenden Platzes gebracht wird; er verschiebt die Milchglasplatte (b) so lange, bis beide Helligkeiten gleich sind. Bei dem Vergleich ungleich gefärbter Lichtquellen misst man bestimmte gefärbte Lichtstrahlen derselben und bringt ihre Mengen in gegenseitige Beziehung.

Erforderliche Helligkeit

Für feinere Arbeiten ist genügendes Licht gegeben, wenn die Helligkeit (in Roth gemessen) der von 10 Meterkerzen gespendeten gleich ist. Ihre Verstärkung hat auf die Sehleistung wenig Einfluss, bei 50 Meterkerzen z. B. ist die Leistung nur um $^1/_4$ vermehrt; dahingegen nimmt die Deutlichkeit des Erkennens selbst dann wesentlich ab, wenn relativ geringe Beträge daran fehlen. Für Schulen ist jene Helligkeit, d. h. 50 sin α Raumwinkelgrade oder 10 Meterkerzen, für jeden Platz, zu verlangen, ebenso in den Gewerben, wo ein genaues Sehen erforderlich ist. Die ausreichende Beleuchtung wird meistens vorhanden sein, wenn bei genügender Strassenbreite die Fensterfläche zur Bodenfläche des Zimmers sich verhält wie 1 : 4 bis 5; dabei ist anzustreben, wenn Oberlicht nicht gegeben werden kann, dass die Fenster möglichst bis zur Decke hinaufgehen, die Fensterpfeiler schmal angelegt und die vorspringenden Kanten starker Wände zwischen zwei Fenstern, weil sie Schlagschatten geben, weggenommen werden. Auch kann man durch Spiegel, die vor den Oberlichtern angebracht sind, reflectirtes Himmelslicht in die Zimmer hineinwerfen und damit eine bedeutende Aufbesserung der Helligkeit erzielen. In Arbeitsräumen sollen die Vorhänge und Rouleaux nicht so angebracht sein, dass sie immer das beste, das durch die obersten Scheiben kommende Licht fortnehmen.

III. Die künstliche Beleuchtung der Wohnräume.

A. Die Lichtquellen.

Für die künstliche Beleuchtung kommen zur Zeit hauptsächlich das electrische Licht, das Petroleumlicht und das Gaslicht in Frage.

1) Das electrische Licht entsteht durch die Einschaltung eines zweckmässig gewählten Widerstandes in einen kräftigen electrischen Strom. Dieser wird durch Dynamomaschinen erzeugt. Schaltet man in seine Leitung zwischen 2 Kohlenspitzen eine wenige Millimeter starke Luftschicht ein, so glühen die Kohlentheilchen bald in Weissgluth bei einer Temperatur von 2100—2800°, und ein Theil derselben springt vom positiven zum negativen Pol über; so entsteht das Bogenlicht. Seine Lichtstärke schwankt zwischen ungefähr zweihundert bis zu vielen Tausenden von Normalkerzen. Die blendende Wirkung wird durch matte Glasglocken gemildert.

Bedarf man geringerer Lichtstärken, bis etwa zu 100 Kerzen, so tritt die Glühlampe in ihr Recht, ihre Helligkeit beträgt etwa

16 Normalkerzen. In den Leitungsdraht ist ein dünner gleichmässiger Kohlenfaden eingeschaltet, welcher in einer möglichst luftleer gemachten Glasbirne steckt; zu dem glühenden Faden kann kein Sauerstoff gelangen, und seine Verbrennung findet bei normal starken und gleichmässigen Strömen erst nach mehr als 1000 Brennstunden statt.

2) Das Petroleum findet sich in allen Welttheilen. Man nimmt zur Zeit an, es sei durch die Zersetzung thierischer Wesen entstanden. Am meisten werden das amerikanische und das kaukasische Petroleum verwendet. Ersteres besteht hauptsächlich aus den Kohlenstoffen der Reihen C_nH_{2n+2}, und unter diesen ist wieder das Pentan und Hexan (C_5H_{12} und C_6H_{14}) am meisten vertreten. Das kaukasische Petroleum besteht aus Kohlenwasserstoffen der Reihe C_nH_{2n}, den Alkylenen.

Durch fractionirte Destillation wird das Rohpetroleum zerlegt. Die zwischen 40—60° siedenden Bestandtheile bilden die Petroleumäther, die zwischen 60 und 120 die Ligroine, zwischen 120 und 150 die Putzöle, zwischen 150 und 250 das Leuchtpetroleum, zwischen 250 und 300 die Schmieröle, über 300° das Vaselin. Das im Handel vorkommende gereinigte Leuchtpetroleum hat ein specifisches Gewicht von ungefähr 0,81 und siedet bei 200°. Petroleum soll wasserhell oder leicht gelblich oder bläulich schillernd sein, bei 15° ein spec. Gewicht von 0,8 haben und nicht mehr als 5% leichte und 15% schwere Oele enthalten; es soll sich nicht unter 30—35° entzünden und bei 21° keine entflammbaren Dämpfe entsenden.

3) Das Leuchtgas wird hergestellt durch trockne Destillation von Steinkohlen, Holz, Oel, Petroleumresten und Derartigem. Die Kohlen werden in thönerne Retorten gegeben und mehrere Stunden bei Luftabschluss unter Glühhitze gehalten. Die flüchtigen Producte entweichen und geben in Vorlagen die wässrigen und theerigen Bestandtheile ab. Die zurückbleibenden Gase werden von den schädlichen und überflüssigen Stoffen, Kohlensäure, Ammoniak, Stickstoff, Schwefelverbindungen etc., durch Waschen mit Wasser und Hindurchtreten durch Roste, die mit absorbirenden Stoffen, insonderlich mit alkalischem Eisenoxydhydrat bedeckt sind, gereinigt. Gutes Leuchtgas aus Steinkohlen enthält gegen 6% schwere, d. h. leuchtende Kohlenwasserstoffe (Elayl, Propylen, Butylen, Acetylen, ferner Benzol, Toluol, Naphtalin etc.), über 80% Methan und Wasserstoff und ungefähr 10% Kohlenoxyd, die letzteren Gase fungiren als Wärmebildner; ausserdem finden sich als Verunreinigungen etwas Wasserdampf, Zusammensetzung.

Stickstoff, Ammoniak, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff.

4) Das Acetylen C_2H_2, welches aus Calciumcarbid (CaC_2) gewonnen wird, besitzt eine fünfzehn Mal so starke Leuchtkraft als das Leuchtgas und eine zweieinhalb Mal so starke Heizkraft. Sein hoher Preis verhindert vorläufig noch eine Anwendung in der grossen Beleuchtungspraxis, dahingegen ist es für ländliche Verhältnisse, wo Gasanstalten fehlen, mit Vortheil zu verwenden.

Der Feuergefährlichkeit kann man durch Vorsicht vorbeugen. (Preuss. Erlass vom 2. Nov. 1897.)

5) Zur Kerzenfabrikation wird meistens Stearin, welches hauptsächlich aus Stearinsäure ($C_{18}H_{36}O_2$) und Palmitinsäure ($C_{16}H_{32}O_2$) besteht, und aus Rindstalg gewonnen wird, sowie Paraffin ($C_{24}H_{48}$), ein Destillationsproduct des Braunkohlentheeres, benutzt.

B. Die Anforderungen an die künstliche Beleuchtung.

Das Leuchten einer Flamme entsteht durch das Glühen fester Theile, z. B. der Kohlenpartikelchen, welche sich aus den schweren Kohlenwasserstoffen des Brennmaterials ablösen, oder der Asche eines Gewebes (Auerlicht), welches mit den Oxyden einiger Erden imprägnirt worden ist. Die Anforderungen an die künstliche Beleuchtung sind:

1) Möglichste und gleichmässige Helligkeit bei entsprechender Billigkeit. Die Helligkeit richtet sich nach der Grösse der Flamme und nach ihrem Glanz. In grösseren Lampen wird das Brennmaterial besser für die Beleuchtungszwecke ausgenutzt als in kleinen. Die Grösse und Gestalt der Flamme wird durch den Brenner bedingt. Rundbrenner, Argandbrenner, sind, da ihre Flammen sich nicht so leicht abkühlen, und in Folge dessen höheren Glanz entwickeln, den Flachbrennern vorzuziehen. Unter Glanz begreift man die Lichtmenge, welche von einem Quadratmillimeter leuchtender Fläche geliefert wird. Er ist um so heller, je mehr Partikelchen in der Flamme glühen, und je höher die Temperatur ist.

Zugabe schwerer Kohlenwasserstoffe.

Um eine grössere Masse von Kohlenpartikelchen zu erhalten, giebt man bisweilen dem Leuchtgas noch Kohlenwasserstoffe, Ligroin, Benzin etc., hinzu und nennt diesen Vorgang Carburiren; fügt man Naphtalindämpfe bei, so erhält man das Albocarbonlicht. Die so behandelten Gase liefern ein sehr weisses Licht. Im Tageslicht sind 50% blaue, 32% rothe, 18% gelbe Strahlen vorhanden; alle künstlichen Beleuchtungen, sogar die electrische, liefern ein Licht, welches mehr, oft viel mehr gelbe Strahlen enthält. Kann man die Carburirung nicht anwenden, so absorbiren leichtblaue Cylinder den grössten Theil der lästigen, gelben Strahlen.

Um allen C zu CO_2 zu verbrennen, muss reichlich Luft zugeführt werden. Man giebt zu dem Zwecke der Flamme eine geringe Dicke bei grosser Oberfläche, dann kann der Sauerstoff leicht an die einzelnen Kohlenpartikelchen herantreten. Ferner umgiebt man die Flamme mit einem Kamin, dem Cylinder. Der durch die Wärme bedingte Luftauftrieb gewährleistet eine russlose und gleichmässige Verbrennung und verhindert das lästige Zucken der Flamme. Die Einschnürung des Cylinders, die über dem Docht sich befindende Brennplatte bewirken eine innige Berührung des Luftsauerstoffs mit den brennenden Gasen. Zufuhr von zuviel Luft bewirkt unvollständige Verbrennung und Abkühlung der Flamme, also verminderten Glanz, Zufuhr von zu wenig Luft giebt eine unruhige, russende, rothe Flamme. Vermehrter Luftdruck erhöht, verminderter Luftdruck verkleinert die Leuchtkraft der Flammen. **Sauerstoffzufuhr.**

Die hohe Temperatur der Flamme und damit die leuchtende Weissgluth der Kohlentheilchen erzielt man entweder durch Zugabe von H, oder durch vorherige Anwärmung des Brennmaterials und der erforderlichen Luft. Der letzteren Forderung wird man auf die verschiedenste Weise gerecht. Bei der Petroleumlampe Hygiea z. B. (siehe Fig. 106) durchsetzt die von aussen zur Flamme tretende Luft die Löcher von Metallplatten, welche durch Leitung und Strahlung vom Brenner aus stark erhitzt werden. Um auch der Innenseite der Rundbrennerflamme warme Luft zuzuführen, ist das Petroleumgefäss in der Mitte von einem Luftkanal durchbohrt, welcher dort, wo er der stark erhitzten Dochthülse sich anlehnt, einen mit sternförmig angeordneten Schiedwänden durchsetzten Metall-Cylinder trägt; dieser wird durch Leitung stark erhitzt und giebt von seiner Wärme an die hindurchziehende Luft ab. Die grössten Lampen dieser Art geben eine Helligkeit von 120 Normalkerzen. **Hohe Temperatur.**

Bei der Muchall'schen Gaslampe ist die Gasflamme mit ihrem Cylinder in eine in ihrem oberen Theil verengte und unten geschlossene Glasglocke eingesenkt. Die Verbrennungsluft muss in der Verengerung an dem erhitzten Cylinder vorbeistreichen und feine Drahtgewebe durchsetzen, wobei sie erwärmt wird. Der Automatbrenner, der Regenerativbrenner von Siemens (Fig. 107), die Wenham-Lampe etc. beruhen alle auf dem Princip, dass die zu verbrennende Luft und auch das Gas vorgewärmt werden, indem beide durch den Raum streichen, welcher die heissen Verbrennungsgase abführt.

Die wesentlichste Verbesserung besteht in der Einführung des Gasglühlichtes. Auer tränkte ein Baumwollengewebe mit **Auerlicht.**

den Lösungen von Verbindungen einiger Erden, Thorium, Lanthan, Zirkon, Cer u. s. w. und hängte diesen „Strumpf" so über einen weiten Bunsenbrenner, dass er vollständig in der heissen Zone der Flamme sich befand. Das Gewebe verbrennt sofort, aber die Erden bleiben als eine ziemlich zähe Asche zurück, welche

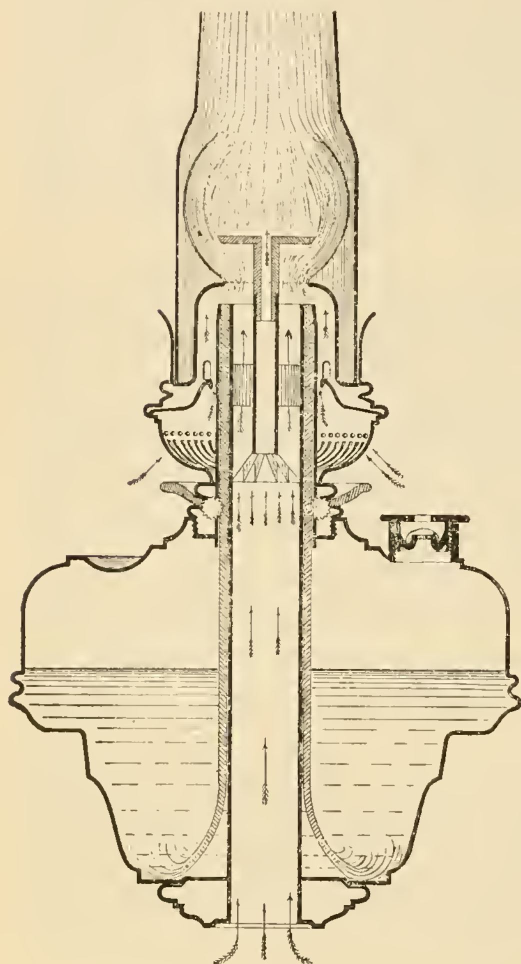


Fig. 106.

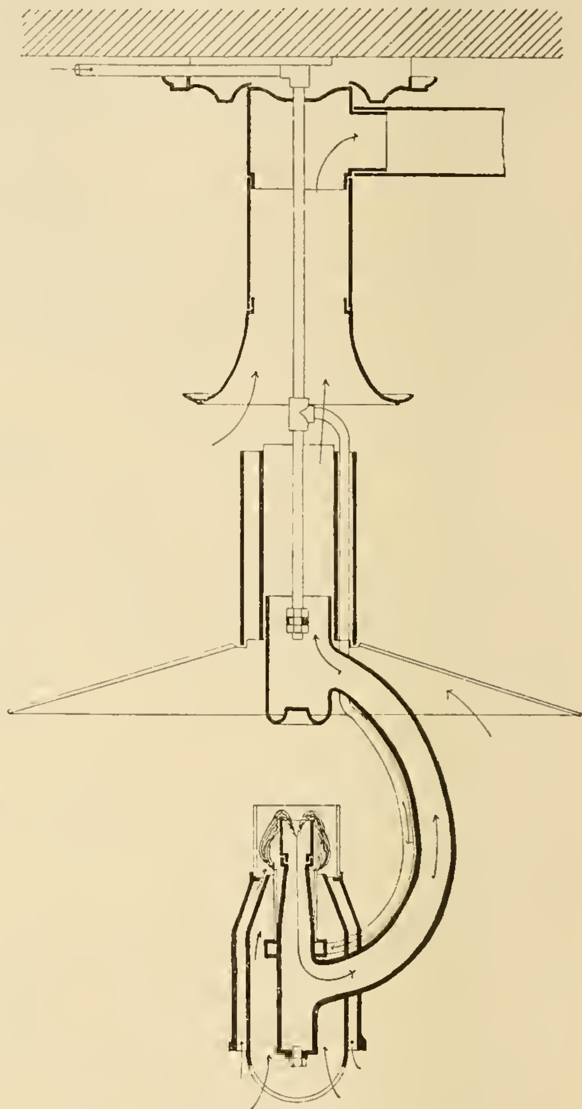


Fig. 107.

Fig. 106. Petroleumlampe von Schuster und Bär. Die Luftzuleitung ist durch Pfeile angedeutet. Der Aufsatz auf der rechten Seite des Bassins dient zum Einfüllen des Petroleums.

Fig. 107. Siemens' Regenerativbrenner. Die von einem kleinen Glascylinder umgebene Flamme schlägt über einen inneren, kleinen Porzellancylinder nach unten in den Ableitungskanal für die Verbrennungsgase hinein, welche in der Richtung der inneren Pfeile abziehen. Die von unten zuströmende Luft erhitzt sich an dem heissen Conus. Das Gas wird dadurch vorgewärmt, dasss ein Zuleitungsrohr in dem oberen, als Ventilationsrohr dienenden Theil des Abzugsrohres der Verbrennungsgase liegt.

durch die Hitze des Bunsenbrenners in Weissgluth versetzt wird und leuchtet. Das Auerlicht enthält weniger gelbe und rothe Strahlen als die gewöhnliche Gasflamme und ist erheblich

heller; man braucht, um gleiche Beleuchtungseffecte zu erzeugen, bei dieser Beleuchtungsart etwa $^1/_3$ weniger Gas, in Folge dessen ist die erzeugte Wärme um ebensoviel geringer. Nach Untersuchungen von Renk betrug die durchschnittliche Helligkeit eines Gasglühlichtes 56, eines Argandbrenners 30, eines Schnittbrenners 14 Normalkerzen, dabei verbrauchten die beiden letzteren Brenner je 285, der Gasglühlichtbrenner aber nur 150 l Gas. Im Laufe der Zeit nimmt die Helligkeit des Gasglühlichtes ebenso wie die des electrischen Glühlichtes ab, sie sinkt in 500 Brennstunden um etwa 20 $^0/_0$; dann ist eine Erneuerung des Glühkörpers erforderlich.

Die Leuchtkörper senden ihr Licht nicht nach allen Richtungen des Raumes gleichmässig aus, sondern je nach der Configuration der Flamme mehr horizontal, mehr nach oben oder unten; der Effect dieser Ungleichmässigkeit wird durch die Lampenglocken zum grossen Theil ausgeglichen; und die Helligkeit eines zu beleuchtenden Gegenstandes, z. B. eines Buches, wird bei passender Aufstellung der Lampe und passendem Schirm um das doppelte bis siebenfache vermehrt, jedoch nur dann, wenn die mit Glocke versehene Lampe zu dem zu beleuchtenden Object in eine passende Entfernung gebracht ist, so dass einerseits der Schattenkegel des unteren Theiles der Lampe nicht schadet, andererseits das zu beleuchtende Object weder viel oberhalb noch unterhalb der Brennweite der Glocke liegt. Seitlicher Abstand der Lichtquelle schränkt die Helligkeit viel mehr ein als senkrechter Abstand. Diejenigen Schirme sind die besten, welche die Lichtstrahlen am vollständigsten reflectiren; in erster Linie stehen die polirten Metallschirme, dann kommen die weisslackirten Blechschirme und zuletzt die Milchglasschirme. **Lampenglocken.**

Glocken und Schirme nehmen (bis über 30 $^0/_0$) Licht weg, wenn sie unten durch matte Teller etc. geschlossen sind (Cohn).

Bei Arbeitsräumen kommt es darauf an, den Arbeitsplatz stark zu beleuchten, dahingegen ist die Helligkeit des übrigen Zimmers von geringem Belang. **Indirecte Beleuchtung.**

Man zieht deshalb eine grössere Zahl kleinerer Beleuchtungskörper den grossen, vereinzelten Lampen vor. Letztere eignen sich besser für grössere Räume, Versammlungssäle, wo es auf die Beleuchtung des einzelnen Platzes weniger ankommt, man hingegen eine gleichmässige Helligkeit des ganzen Raumes wünscht.

Bei dem diffusen Licht des Tages fehlen die Schatten, welche bei künstlicher Beleuchtung oft recht störend sind; daher hat man auch bei künstlicher Beleuchtung diffuses Licht zu er-

zielen gesucht, ein Streben, welches in den letzten Jahren von Erfolg gekrönt worden ist. Bei der sogenannten indirecten Beleuchtung sind in mehr als 1 m über Kopfhöhe Gasglühlichter angebracht, die unten Milchglas- oder undurchlässige Schirme tragen, und also ihr gesammtes Licht oder den grössten Theil desselben gegen die Decke und die Wände werfen. Diese sind weiss getüncht und reflectiren die Lichtstrahlen nach allen Seiten. Der Lichtverlust ist allerdings nicht unbedeutend, aber es entsteht ein sehr gleichmässiges diffuses Licht ohne Schattenbildung, welches zum Arbeiten recht angenehm ist, um so mehr, als das strahlende Licht der Leuchtkörper dem Auge verborgen bleibt, und die grössere Entfernung der Lampen keine strahlende Wärme empfinden lässt.

2) Geringe Wärmeproduction. Schon im Sonnenlicht sind gegen 50 %, im electrischen Licht aber gegen 80 %, im Petroleum- und Gaslicht gegen 90 % dunkle Strahlen, also Wärmestrahlen, enthalten.

Die nachstehende kleine Tabelle zeigt, wie gross die Leuchtkraft der gewöhnlich verwendeten Lampen ist, wieviel Wärmeeinheiten sie in der Stunde liefern, und was ihr Brennmaterial in einer Stunde kostet.

	Hefnerlicht-einheiten	Wärme-einheiten	Pfennige
Petroleum	30	900	2,2
Gas, Braybrenner	30	1925	6,4
Gas, Argandbrenner	20	1000	3,2
Gas, Wenhamlampe	111	2042	6,5
Gasglühlicht	50	500	1,0
Spiritusglühlicht	30	318	2,0
Acetylen	34	303	1,8
Electrisches Glühlicht	16	41,4	2,9
Electrisches Bogenlicht	1000	259	18,0

Hieraus folgt, dass das electrische Licht am wenigsten Wärme erzeugt, dann folgt das Acetylen, das Petroleum- und das Gasglühlicht.

Ausser der allgemeinen Wärmeproduction kommt noch die strahlende Wärme in Betracht, welche höchst lästig werden kann, indem sie allgemeines Unbehagen, Brennen in den Augen und Kopfschmerz zu erregen vermag Nach Rubner's Untersuchungen war bereits eine Wärmemenge von 0,059 kal. pro Minute auf 1 qcm Gesichtshaut lästig, von 0,116 kal. sehr störend. Die Menge der abgestrahlten Wärme ist sehr verschieden; sie ist bei gleicher Helligkeit am geringsten beim Auerlicht,

dann beim electrischen Glühlicht, stärker beim Schnittbrenner, Argandbrenner, und sehr stark bei Kerzen und Petroleumlampen, bei letzteren fast zwölfmal so gross als beim Auerlicht. Eine bedeutende Wärmestrahlung geht von den Lampencylindern aus. Die Belästigung lässt sich vermindern durch Benutzung von Glimmercylindern oder durch Anbringung eines zweiten, eines Mantelcylinders. Im stark geheizten Raum wird die strahlende Wärme der Lampe unangenehmer empfunden, als im ungeheizten, und ein viel rothe Strahlen enthaltendes Licht giebt mehr Wärme von sich als ein solches gleicher Helligkeit mit reichlicheren blauen oder grünen Strahlen.

Eine Beleuchtung ist ferner um so besser,

3) je weniger Ausscheidungsproducte sie liefert.

Am vortheihaftesten stellt sich wiederum das electrische Licht, welches in Gestalt des Glühlichtes überhaupt keine Ausscheidungen giebt. Das Bogenlicht lässt eine ganz geringe Menge Kohlensäure entstehen. Bei Gas und Petroleum sind die normalen und die anormalen Verbrennungsproducte zu unterscheiden.

Normale Verbrennungsproducte.

Zu den ersteren gehören CO_2 und H_2O. Wenn auch beide Körper in den gelieferten Mengen und bei dem gewöhnlich bestehenden Luftwechsel an und für sich nicht gerade gesundheitsschädlich sind, so dürfen sie doch nicht als ganz irrelevant angesehen werden, da sie sich unter ungünstigen Verhältnissen anhäufen und Uebelbefinden und Störungen in der Wärmeregulation bewirken können. Eine Petroleumlampe oder eine Gasflamme von 10 Normalkerzen liefert ungefähr die fünffache Menge der Kohlensäure, welche ein erwachsener Mensch ausscheidet. Auch entwickelt jede Flamme etwas Untersalpetersäure, aus welcher unter Einwirkung von Wasser salpetrige Säure und Salpetersäure entstehen.

Anormale Verbrennungsproducte.

Unter den Producten der unvollständigen Verbrennung nimmt das Kohlenoxyd die erste Stelle ein, dann folgen die Kohlenwasserstoffe. Wenn die Verbrennung vollständig ist, treten letztere Körper nicht oder in minimalen Mengen auf. Man darf Petroleumlampen nicht zu niedrig schrauben, andererseits die Cylinder nicht so construiren, dass ein zu grosser Zug entsteht, weil dann Kohlenwasserstoffe unverbrannt entweichen bezw. durchgerissen werden. Flammen russen, wenn auf 6 Theile Kohlenstoff weniger als ein Theil Wasserstoff entfällt, oder wenn eine ungenügende Sauerstoffzufuhr statthat. Schweflige Säure, Schwefelsäure und Ammoniumcyanid werden entwickelt bei der Verbrennung ungenügend gereinigten Gases. Die unvollständigen Verbrenn-

ungsproducte bewirken bei manchen Personen Störungen des Wohlbefindens, welche sich in Kopfschmerz, leichter Benommenheit und Uebelkeit äussern.

C. **Besondere, mit einigen Beleuchtungsarten verbundene Gefahren.**

Seit Einführung der electrischen Beleuchtung sind Verletzungen und Todesfälle bekannt geworden, welche auf dem Ueberspringen des electrischen Stromes beruhen. Gleichströme von 1000 Volt werden noch vertragen, während Wechselströme von 1000 Volt einen Menschen zu tödten vermögen. Gleichströme geringerer Stärke, bis etwa 250 Volt, gute Isolation und sachgemässe Vorsicht der Arbeiter sind die Schutzmassregeln.

Kohlenoxydvergiftung.

Das Leuchtgas bietet nach 2 Richtungen hin eine Gefahr. 1) Durch Entweichen des Gases mischt sich Kohlenoxyd der Einathmungsluft bei. Offengelassene Hähne, kleine Bruch- und Roststellen dienen als Ausflussöffnungen. Das Leuchtgas wird zu 0,01—0,02 % der Luft beigemischt schon durch den Geruch erkannt, ein Gehalt von 0,2 % imponirt bereits als ein lästiger Gasgeruch. Hat allerdings ein Rohrbruch unter der Strasse stattgefunden, so verliert das Gas im Erdboden häufig seinen specifischen Geruch und gefährdet hauptsächlich die unteren Geschosse der an Strassen mit undurchlässigem Pflaster gelegenen Häuser.

Ein Gehalt der Einathmungsluft von 0,2—0,3% CO kann einen Menschen in kurzer Zeit tödten, es ist daher bei längerem Verweilen bereits ein Gehalt der Zimmerluft an Leuchtgas von 1 % verderblich, da das Gas nicht selten 10 % CO enthält. Die Schädlichkeitsgrenze für Kohlenoxydbeimischung zur Luft liegt für den Menschen nach Gruber's Untersuchungen bei 0,05 %.

Kohlenoxydnachweis.

Um CO in der Luft nachzuweisen, schüttelt man Luft in einem 10 Liter-Kolben, an dessen Pfropfen man ein angefeuchtetes mit 0,2 % wässeriger Palladiumchlorürlösung getränktes Filtrirpapier gesteckt hat, mit verdünntem Blut (1 : 40) ½ Stunde lang. Ist CO vorhanden, so wird das Palladiumchlorürpapier geschwärzt. — Setzt man zu 5 ccm des Blutes ebensoviel einer 20 % Lösung von gelbem Blutlaugensalz und ½ ccm Eisessig (1 : 3), so entsteht bei Anwesenheit von CO ein lebhaftes Roth, während bei gewöhnlichem Blut der entstehende Niederschlag grau ist. — Schüttelt man mit stark verdünntem Blut (1 : 300) und betrachtet das Blut durch den Spectralapparat, so sind bei Anwesenheit von mehr als 0,25 ‰ CO in der Luft zwischen den Frauenhoferschen Linien D und E zwei Streifen zu sehen, die, im Gegensatz zum Oxyhämoglobinblut, etwas dichter als jene zusammenliegen und bei Zusatz von reducirenden Substanzen, z. B. Schwefelammon, unverändert

bestehen bleiben, während die des normalen Blutes zu einem breiten Reductionsstreifen zusammenlaufen.

In den letzten Jahren hat man durch Ueberleiten von Wasserdampf über glühende Kohlen das „Wassergas“ erzeugt. An sich nicht leuchtend, giebt es mit schweren Kohlenwasserstoffen vermischt ein gutes, weisses Licht. Der hohe CO-Gehalt verbietet jedoch um so mehr seine Anwendung, als es geruchlos ist.

2) Leuchtgas bildet, im Verhältniss von 6—10, insonderlich aber von 15—20 Volumentheilen mit 100 Theilen Luft gemischt, ein explosibles Gemenge. Daher soll man einen Raum, welcher nach Gas riecht, nicht mit Licht betreten. Explosion.

Das Petroleum ist feuergefährlich, wenn es nicht sorgfältig gereinigt, oder wenn es mit leichten Koblenwasserstoffen nachträglich versetzt worden ist.

Die Kaiserliche Verordnung vom 24. Februar 1882 verlangt, dass solches Petroleum, welches unter 21° bei 760 mm Druck entflammbare Dämpfe entsendet, als feuergefährlich zu bezeichnen und mit einem rothen Zettel zu versehen ist, welcher die Warnung trägt: „nur mit besonderen Vorsichtsmassregeln zu Brennzwecken verwendbar“. Die Prüfung hat mittelst des Abel'schen Petroleumprüfers zu geschehen. Er besteht aus einem Petroleumbassin in einem Luftkasten, beide zusammen stehen in einem Wasserbad. Ueber einer Klappe im Deckel des Petroleumgefässes brennt eine kleine Flamme; öffnet man die Klappe, so senkt sich die Flamme in den Petroleumbehälter hinein, was die Entzündung etwa entstandener Dämpfe zur Folge hat. Ein Thermometer giebt die Temperatur an, bei welcher die Entflammung statthat. Da das Petroleum in den Lampenbassins oft über 30° erhitzt wird, so sollte wie in anderen Ländern so auch in Deutschland verlangt werden, dass sich entflammbare Dämpfe erst bei 40° entwickeln dürfen. Petroleumprüfer.

Die gasförmigen Kohlenwasserstoffe bilden, zu 1 Theil mit 4—8 Theilen Luft vermischt, gleichfalls ein explosibles Gemenge, welches sich entzündet, wenn eine Flamme an dasselbe kommt. Das kann geschehen durch Umfallen bezw. Zerbrechen der Lampe oder dadurch, dass bei nicht gut schliessendem Docht die im Bassin enthaltenen explosiblen Gase bis zur Flamme dringen, sich dort entzünden und zurückschlagen, worauf die Explosion erfolgt. Um das Zurückschlagen der Flamme beim Nachfüllen von Petroleum zu vermeiden, wird eine seitlich dem Bassin aufsitzende Füllöffnung angebracht (Fig. 106).

Litteratur: Rubner, Lehrbuch der Hygiene 1895 und Archiv für Hygiene 1895. — Weber, die Beleuchtung; Rosenboom, die Gasbeleuchtung; beide in Weyls Handbuch 1895. — H. Cohn, Tageslichtmessungen in Schulen. Deutsche medicinische Wochenschrift 1884. Der Beleuchtungswerth der Lampenglocken, Wiesbaden 1895. Wedding, Kosten der gebräuchlichsten Lichtquellen 1897.

Die Entfernung der Abfallstoffe.

I. Die Zusammensetzung der Abfallstoffe.

Im Haushalt der Menschen entstehen Abfälle, Unrathsstoffe, die sich zusammensetzen: 1) aus dem Haus- und Strassenkehricht, 2) den Fäcalien, 3) den Hausabwässern, 4) den Abgängen der Industrie, 5) dem thierischen Dung.

Der Strassenkehricht, in Menge und Zusammensetzung sehr wechselnd, enthält gegen 20—30 % organische Stoffe. Davon entstammen die meisten dem Thierdung. v. Pettenkofer berechnet

Ihre Menge.

den Müll, also Hauskehricht, Küchenabfälle, Gerümpel, Asche, zu ungefähr 105 kg. Vogel zu 200 Kilo, die Fäcalien, Harn und Koth, zu 34 bezw. 428 kg auf Person und Jahr, während Vogel den Koth mit 48,5 Kilo in Rechnung setzt. Der Koth enthält 73 % Wasser, 27 % feste Stoffe, der Harn 96 % Wasser und 4 % feste Bestandtheile. Die Hausabwässer betragen täglich etwa 100—150 l, wobei die Leichtigkeit des Wasserbezuges eine massgebende Rolle spielt. Ihre Zusammensetzung ist ungemein schwankend; sie wechselt nicht allein nach Jahreszeiten (im Sommer mehr) und Tagen (Sonnabend), sondern auch nach Stunden (Mittagszeit). Noch weniger lassen sich die Abgänge der Industrie bestimmen; sie sind nach den Betrieben verschieden in Quantität und Qualität.

Regenwasser.

Das Regenwasser kann in stark bewohnten Orten lästig, sogar schädigend werden, deshalb ist eine geregelte Abführung für grössere Gemeinwesen eine Nothwendigkeit. Seine Beschaffenheit wird durch die Stoffe, welche es aufnimmt, beeinflusst; beim Beginn des Regens führt es den Schmutz der Dächer und Strassen mit sich, später wird es viel reiner.

II. Die hygienische Bedeutung der Abfallstoffe.

Die Abgänge und ihre Anhäufung sind in mehrfachen Beziehungen belästigend oder schädlich.

1) Infectionen können durch sie vermittelt werden.

In den Auswurfstoffen finden sich die Tuberkelbacillen, die Diphtheriebacillen, die Pneumoniecoccen hauptsächlich im Sputum, die Erreger der Dysenterie, der Cholera, des Typhus hingegen im Stuhl. Die Mikroben der exanthematischen Krankheiten haften den Kleidern an, kleben an Epidermisschüppchen, welche einen nicht unbeträchtlichen Theil des Zimmerluftstaubes darstellen. Im Staub, an den Kleidern etc. finden sich die Kokken der Wundinfectionskrankheiten. Kehricht, Lumpen und Aehnliches sind daher vielfach die Vermittler von Infectionen.

Auswurf-stoffe.

Kehricht.

Nicht unerhebliche Mengen von pathogenen Bacterien sind in den Hausabwässern enthalten. Die Bade- und Waschwässer führen die am Körper und an der Wäsche befindlichen Infectionskeime mit sich; ein grosser Theil des Urins, welcher bei Eiterungen, Typhus, Tuberkulose, Diphtherie und anderen Krankheiten die Erreger enthalten kann, und ein grosser Theil der Kinderfäcalien, sowie des Sputums mischt sich regelmässig den Hausabwässern bei; sie stehen also bezüglich der Pathogenität in erster Reihe.

Haus-abwässer.

Die zymotischen Mikroorganismen halten sich einige Zeit in den Abgängen, allerdings verschieden lange je nach ihrer Art, der Beschaffenheit der Abgänge und der äusseren Umstände (Temperatur u. s. w.). Man hat lebende Cholerabacterien noch im 6 Wochen alten faulenden Koth gefunden. Die Tuberkulosebacillen halten sich monatelang in menschlichem und thierischem Dung. Uffelmann konnte nach 150 Tagen noch Typhuskeime im Koth nachweisen; es sind Fälle bekannt geworden, in welchen Arbeiter, die eine Dungstätte reinigten, auf welche Monate vorher Typhusstühle entleert waren, an Typhus erkrankten.

Persistenz der Mikroben.

Die Acten über die Persistenz der pathogenen Keime in den Abfallstoffen sind noch nicht geschlossen; man muss daher für jeden Keim mit der längsten bekannt gewordenen Lebensdauer rechnen. Eine Vermehrung findet gewöhnlich nicht statt, wenn sie auch bei einzelnen Arten, z. B. Eiterungserregern, Cholera, Typhus etc., nicht ausgeschlossen ist.

Die in den Fäcalien befindlichen, krankheiterregenden Bacterien bedingen gemeiniglich eine geringere Gefahr als die in den Waschwässern und im Müll enthaltenen. Aus den ersteren können sie schwer heraus und schwer zum Menschen zurückkommen; aus dem Waschwasser hingegen ist eine directe Uebertragung mittelst der Hände möglich, und aus dem staubtrockenen Müll werden sie vom Wind verweht und in Wunden, auf der

Haut, in den Respirationsorganen, auf den Nahrungsmitteln u. s. w. abgelagert.

2) Giftwirkungen. Die Auswurfstoffe können Gifte erzeugen, jedoch ist die hieraus resultierende Gefahr gering. Die bei der Fäulniss entstehenden Toxine sind so labil, dass sie baldigst wieder zerfallen. Unter den giftigen Gasen kommen der Schwefelwasserstoff und die Kohlensäure in Betracht. Beide sind bei freier Communication mit der Luft wegen der starken Verdünnung ungefährlich; aber sie involviren dann eine Gefahr, wenn bei steter Production ihre Entfernung behindert ist. In fest verschlossenen oder mit Erde eingedeckten Kothgruben können sich H_2S und CO_2 in solcher Menge entwickeln, dass Leute, welche ohne Vorsichtsmassnahmen hineinsteigen, plötzlich besinnungslos werden und sterben. Man hat es in diesen Fällen mit der vereinigten Wirkung beider Gase zu thun.

H_2S u. CO_2.

3) Die Verunreinigung der Luft und des Bodens. Früher glaubte man, dass die üblen Gerüche direct schädigten, Typhus etc. erzeugten; diese Annahme war irrthümlich. Nicht ausgeschlossen hingegen ist, dass das constante Einathmen solcher Dünste bei empfindlichen Personen eine gesundheitliche Störung hervorzubringen vermag. Schon der Ekel, welcher sich bemerkbar macht, wenn man die Stoffe riecht, schliesst zum mindesten eine gesundheitliche Belästigung höchsten Grades ein. Dringen die Auswurfstoffe in den Boden, so führen sie ihm eine grosse Menge Feuchtigkeit und organischer Substanzen zu. Die Fäulniss geht in der Erde weiter, und aus ihr gelangen die unangenehmen Gerüche in die Luft bezw. in die Häuser. Nicht selten ragen die Grundmauern in derartig künstlich versumpftes Terrain hinein, sie saugen das Faulstoffe enthaltende Wasser auf und hauchen dumpfe, üble, nicht zu entfernende Gerüche aus. Hier hat die gesundheitliche Belästigung aufgehört und ist die Schädigung eingetreten. Die ausgelaugten Abfallstoffe gelangen vielfach vom Boden aus in die Brunnen hinein, verleihen dem Wasser einen üblen, faden Geschmack und können ihm unter ungünstigen Verhältnissen, bei weiten Poren, Spalten und dergl., pathogene Keime zuführen; jedenfalls aber machen sie das Wasser unappetitlich und damit ungeniessbar.

Ueble Gerüche.

Verschmutzter Boden.

4) Die Verleitung zur Unreinlichkeit. Die Abfallstoffe bieten, wenn sie nicht in zweckentsprechender Weise abgeführt werden, einen unangenehmen Anblick, beleidigen das ästhetische Gefühl und sind die Veranlassung zu neuer Unreinlichkeit. Dieser Punkt hat früher im Vordergrund der Frage

gestanden, dann ist er zurückgedrängt worden durch die Betonung der Infectionsgefahr, allmählich wird er wieder mehr gewürdigt. Es ist widerlich, sich sagen zu müssen, der eigenthümlich fade, süssliche Geruch, welcher in dem Flur eines Hauses sich bemerkbar macht, rührt von der an Ort und Stelle stattfindenden Fäulniss der Auswurfstoffe her, es ist unangenehm, im Hofe Berge von Küchenabfällen und altem Gerümpel liegen zu sehen, oder zu bemerken, wie die Waschwässer, statt glatt abzufliessen, in Lachen sich sammeln, bis sie der milde Sonnenstrahl verdunsten lässt; es ist störend, beim Genuss eines Trunkes Wasser den Gedanken nicht los werden zu können, dass vielleicht ein Theil des Wassers den schmutzigen Pfützen, den Jauche- und Kothgruben entstammt. Derartige Beleidigungen sind gesundheitlich nicht indifferent, sie beschränken den Genuss der freien Luft und wirken bis zur Brechneigung ekelerregend. Das Auge, der Geruchssinn, stumpf geworden gegen derartige Beleidigungen, sind nicht mehr geeignet, Wächter der Reinlichkeit zu sein. Wo der Hof unrein ist, da sind das Haus und das Zimmer, die Kleidung und der Körper in Gefahr, ebenfalls unreinlich behandelt zu werden, und damit ist dann der Infection Thür und Thor geöffnet. Die prompte, zweckentsprechende Entfernung der Unrathstoffe ist ein hygienisch-erziehlich wichtiger Factor.

III. Die Ansammlung und Abführung der Abfallstoffe.

Die Ansammlung und Entfernung der Abfallstoffe müssen so geschehen, dass Gesundheitsschädigungen durch Infectionserreger und Gifte, Belästigungen durch üble Gerüche und unangenehmen Anblick vermieden werden, und Haus, Boden und Wasser vor Besudelung durch die Auswurfstoffe geschützt sind und bleiben.

Die Art der Sammlung und Entfernung der Abfallstoffe richtet sich nach der Oertlichkeit, ob Stadt, ob Dorf, und nach der Art des Unrathes. Thierischer Dung wird in gemauerten, wasserdichten Gruben gesammelt und in grösseren Städten möglichst bald in dichten Kastenwagen abgefahren. Der Thierdung kann unter Umständen die Bacterien des Milzbrandes, des Rotzes, der Tuberkulose, des Tetanus enthalten. Seine Aufstapelung nach Vermischung mit menschlichen Fäcalien ist zu vermeiden,

Thierdung.

weil die Infectionserreger der letzteren von dort aus leichter zum Menschen zurückkehren können, und weil die starke Wärme zu einer Vermehrung der Krankheitskeime beiträgt.

Müll. Der Müll, einschliesslich der Asche, soll in eisernen oder gemauerten, feuer- und wasserdichten Gefässen, die nicht unter Fenstern ihren Stand haben dürfen und mit gut schliessenden Deckeln versehen sein müssen, gesammelt und durch undurch-

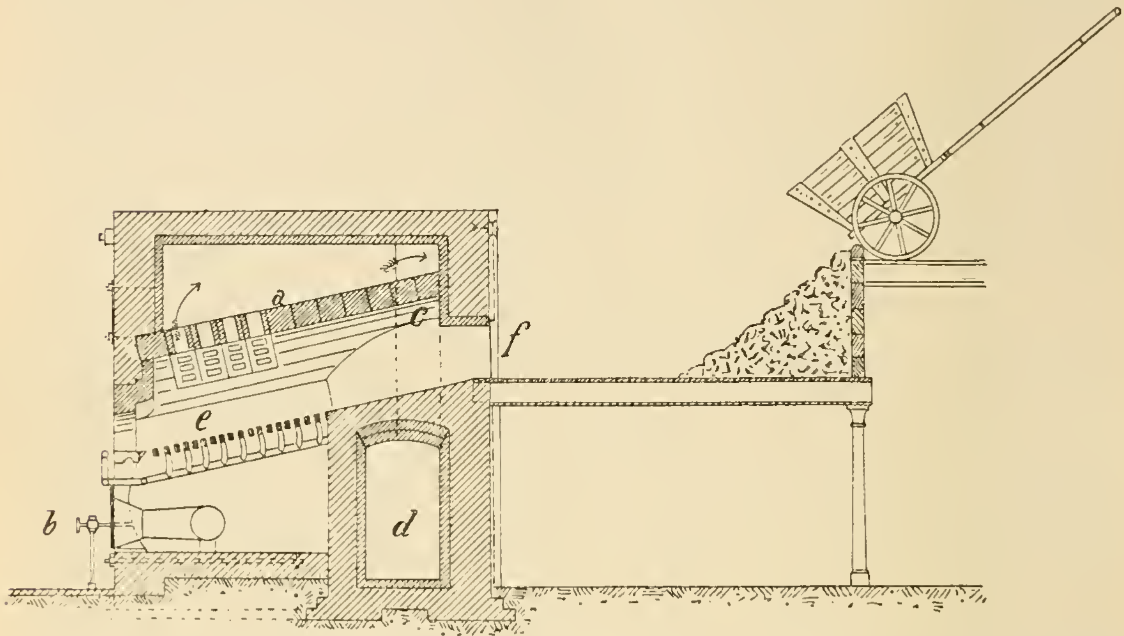


Fig. 108. Verbrennungsofen nach Horsfall. a Chamottegewölbe zur Gasverbrennung; b Lufteinblasehahn; c Rauchrohr; d Kamin; e Verbrennungsraum; f Einschüttethür.

lässige, oben geschlossene im städtischen Betrieb stehende Wagen, regelmässig abgeholt werden. Kann der Müll nicht sofort zu Dünger verarbeitet, in Gruben gegeben oder untergepflügt werden, so wird er vielfach in besonderen, offenen oder umzäunten Plätzen aufgestapelt. Diese Methode ist hygienisch zu beanstanden, sofern der Müll von dort fortgeweht oder nach Metalltheilen, Glasflaschen, Lumpen u. s. w. durchwühlt wird; denn auf solche Art können im Hausunrath enthaltene Keime wieder zum Menschen zurückgebracht werden. Aufgestapelter Müll muss unberührt bleiben und sofort besäet werden.

Müllverbrennungsöfen. Unsere grösseren Städte sollten nach dem Vorbilde Englands Müllverbrennungsöfen einrichten. Der Müll selbst enthält so viel brennbare Stoffe, dass er bei starkem Zug ohne oder mit etwa 5 % Kohlenzusatz brennt; er wird in geneigte Oefen geschüttet, in denen er langsam trocknet und auf die Roste rutscht. Die entstehenden Gase passiren ein Chamottegewölbe, in welchem sie verbrennen (System Horsfall), oder die in den Fuchs einge-

tretenen Gase werden dort über und durch ein Coksfeuer gesogen (System Fryer), und so verbrannt. Die überschüssige Wärme wird ausser zum Anwärmen des Mülles noch zur Erzeugung von Dampf, Electricität u. s. w. verwendet. Etwa 40 Volumprocent Schlacken entstehen, die für Wegebauten und Betonarbeiten verkäuflich sind.

Wo in den Häusern genügend grosse Feuerungen zur Verfügung stehen, z. B. bei Centralheizungen, da sollten die über Tag gesammelten Abfälle ebenfalls verbrannt werden.

Unter den übrigen Abfallstoffen sind von grosser Bedeutung die Fäcalien; sie können entfernt werden durch

die Abfuhrsysteme.

Unter diesen ist das älteste und verbreitetste:

a) Das Grubensystem.

Die Fäcalien fallen hierbei entweder direct vom Sitztrichter aus oder durch ein Fallrohr in grössere gemauerte Behälter.

Construction der Gruben.

Gute Gruben sollen ausserhalb der Häuser und mindestens 10 m von dem nächsten Brunnen entfernt liegen, von den Fundamenten der Häuser durch eine undurchlässige Schicht sicher abgetrennt und wasserdicht sein; den nothwendigen Luftabschluss erreicht man durch Anlage von Gewölben oder durch feste Holz- bezw. Eisendeckel, die man etwa 25 cm hoch mit Erde überschüttet. Die Gruben sind wasserdicht, wenn sie in Klinkern und Cement oder in getheerten Ziegeln und Asphalt gemauert und mit einem 20 cm dicken Thonschlag umgeben sind, oder wenn Thon zwischen zwei wie angegeben construirte Mauern gefüllt ist.

Entleerung.

Die Entleerung soll durch Maschinen geschehen, welche die grösste Reinlichkeit mit Geruchlosigkeit verbinden. Diese Apparate bestehen gewöhnlich aus einem Dampferzeuger und einem Tonnenwagen von 1 bis 2 cbm Inhalt, an welchen luftdicht ein 10 cm weiter Kothschlauch angeschraubt ist. Hat der Dampf die Luft aus dem Tonnenwagen herausgetrieben, so wird der Dampf abgestellt und der Kothschlauch geöffnet; in das durch Verdichtung des Dampfes entstandene Vacuum presst der Luftdruck den Grubeninhalt hinein. Uebergelaufener Grubeninhalt wird sofort mit Kalkmilch desinficirt und darauf entfernt.

Gruben älterer Städte.

So sollte die Grubeneinrichtung beschaffen sein, so ist sie jedoch selten beschaffen. In den älteren Städten liegen die Gruben dicht an der Hauswand, oft sogar bilden das Fundament und die Hausmauer eine ihrer Wände. Wasserdicht dürfte kaum

eine einzige ältere Grube sein; ebensowenig findet sich ein luftdichter Verschluss. Bei der mangelhaften und schwer zu bewerkstelligenden Entleerung (kommt es doch vor, dass der Inhalt mit Butten auf dem Rücken aus der Grube herausgetragen werden muss) entwickelt sich ein unglaublicher Geruch, entsteht starke Verschmutzung. Die Unannehmlichkeiten der Entleerung sind die Veranlassung gewesen, dass man früher die Gruben recht gross anlegte und durch lockere Mauerung dem Versickern, dem „Versitzen", der flüssigen Theile nach Kräften Vorschub leistete, wodurch Boden und Wasser in hohem Grade verunreinigt wurden. Sind die Gruben klein oder wird die Abfuhr unregelmässig besorgt, so fliesst der Inhalt über; Infectionen, üble Gerüche, Verschmutzung des Hofes und des Hauses, Gewöhnung an Unreinlichkeit sind die unausbleiblichen Folgen.

Um den in vielen älteren Städten durch die Gruben entstandenen Unzuträglichkeiten entgegenzutreten, hat man dort, wo man die Schwemmkanalisation nicht einführte, vielfach seine Zuflucht zu „beweglichen Gruben" (fosses mobiles), zu Tonnen genommen.

b) Das Tonnensystem.

Bei dem Tonnensystem münden die Abfallrohre in eine Eisen- oder undurchlässige Holztonne (Fig. 109 und 110) oder bei grösseren Anlagen in Tonnenwagen.

Construction der Tonne. Die Tonnen fassen zwischen 100—300 l, sie sind mit dicht schliessendem Deckel versehen, welchen das Fallrohr durchsetzt. Der früher vielfach angewendete „Syphon mit Kothverschluss", welcher üblen Geruch verhindern sollte, ist als überflüssig und unpraktisch fast ganz verlassen. Die Tonnen haben dicht unter ihrem oberen Rand einen Ueberlauf, damit zuviel hineingelangte Flüssigkeit in einen darunter gestellten Eimer abfliessen kann. Der Tonnenraum soll möglichst dicht verschlossen und frostfrei, der Fussboden und der untere Theil der Wände sollen cementirt sein.

Tonnenabfuhr. Die hermetisch verschlossene Tonne werde je nach Bedarf in täglichen bis vierzehntägigen Zwischenräumen abgefahren. Wenn schon bei der Grubeneinrichtung die regelmässige Entleerung von grosser Wichtigkeit ist, so ist das bei dem Tonnensystem noch mehr der Fall. Geschieht die Abfuhr nicht regelmässig und in entsprechenden Zwischenräumen, oder ist das Personal nicht gut geschult, dann können durch Verschütten des Inhalts und durch Ueberfliessen erhebliche Unzuträglichkeiten

entstehen. Ist aber die Abfuhr gut eingerichtet, der Betrieb geregelt, ist überdies für eine bequeme Gelegenheit gesorgt, die Hausabwässer los zu werden, so dass die Versuchung, sie in die Tonne zu entleeren, nicht vorliegt, dann ist das Tonnensystem so reinlich, dass es nur von der Schwemmkanalisation übertroffen wird. Zweifellos thut vom sanitären Standpunkte aus eine gut angelegte Grube dieselben Dienste, aber sie genügt den ästhetischen Rücksichten, die in der Hygiene ebenfalls berechtigt sind, Vorzüge des Tonnensystems.

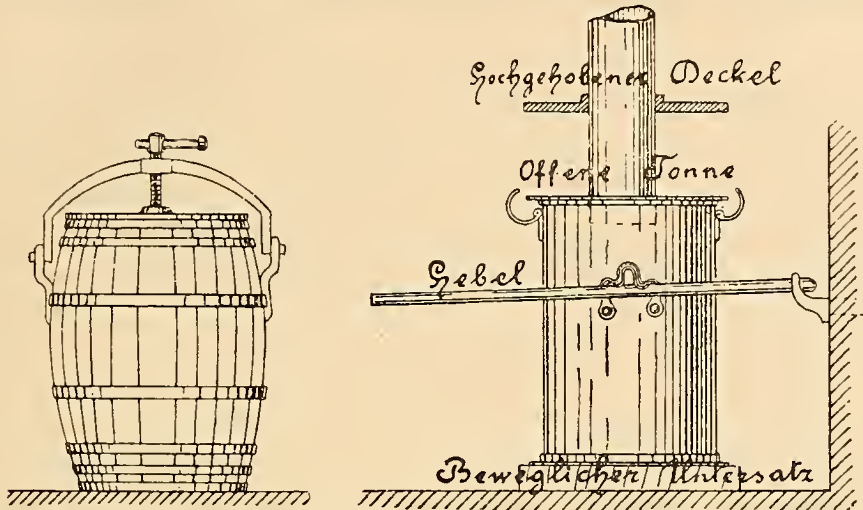


Fig. 109. Holztonne (Petroleumtonne) mit aufschraubbarem Deckel.
Fig. 110. Eisentonne mit beweglichem Deckel. Das Rohr ragt in die Tonne hinein, um Verschmutzung und Anfrieren zu verhüten. Nach Anlüften der Tonne mittelst des Hebels und Fortnahme des beweglichen Untersatzes lässt sich die Tonne leicht entfernen.

weniger. Ausserdem ist eine gut angelegte Grube eine Seltenheit und ihre Dichtigkeit schwer controlirbar. Hierzu kommt, dass in den älteren Städten die Einrichtung guter Gruben oft nicht mehr möglich ist, während ein Tonnensystem stets und überall eingerichtet werden kann.

Gerade für die Assanirung älterer Stadttheile ist daher das System von hohem Werth. Die Mehrkosten, welche durch den höheren Fuhrlohn entstehen, machen sich durch die grössere Reinlichkeit reichlich bezahlt.

c) Verwandte Systeme.

Das Fass- oder Kübelsystem stellt eine Abart der Tonneneinrichtung dar, welche gute Dienste zu leisten vermag. In den Closeträumen der einzelnen Familien wird der Sitz, welcher den Trichter trägt, beweglich gemacht und darunter ein Fass von etwa 30 l Raummass geschoben. Das Fass, dessen Deckel luftdicht aufgeschraubt werden kann, wird wöchentlich ein oder mehrere Male abgeholt. Verschleppung von Infections-

erregern oder Geruch ist bei regelmässiger Abholung, Anwendung von Torfstreu und zweckentsprechender Ventilation des Closetraumes nicht zu fürchten.

Die Einrichtung entspricht im Princip dem in England viel gebräuchlichen Moule'schen oder Erdcloset, in welches sich beim Niederlassen des Deckels etwa $^1/_2$ kg Erde oder Asche über die Fäcalien entleert als Deckmaterial und Desodorans.

d) Weitere Behandlung und Verbleib der Fäcalien.

Des-infection.

1) Die Desinfection. Die in dem Koth und Urin enthaltenen Krankheitserreger gehen zum Theil rasch zu Grunde, zum Theil bleiben sie trotz der Fäulniss und hoher Ammoniakalkalescenz längere Zeit lebendig. Eine Desinfection des in den Tonnen und Gruben enthaltenen Kothes ist schwer ausführbar, insofern als die Desinfizientien in die festen oder dickbreiigen Kothmassen nicht eindringen. Am wirksamsten hat sich noch die Anwendung von Kalk erwiesen (siehe Kap. Infectionskrankheiten L. c.). Da jedoch mit den ordnungsgemäss in die Gruben, Tonnen und Kübel entleerten Fäcalien Niemand ausser beim Ausräumen in Berührung kommt, so sind die event. in den dort befindlichen Massen enthaltenen Krankheitserreger gar nicht im Stande, Schaden anzurichten, wenn nur der Kothbehälter (gegen Fliegen u. s. w.) dicht abgeschlossen ist, bei dem Transport die erforderliche Sorgfalt geübt wird, und die abgeholten Fäcalien sofort untergegraben oder compostirt und mit Erde etc. bedeckt werden. Eine Desinfection ist somit unnöthig. Dahingegen soll man die Stühle der Kranken desinficiren, denn diese lassen sich in Nachtgeschirren oder Steckbecken mit Erfolg behandeln, und es ist sicherer, die Krankheitskeime, wenn man sie überhaupt fassen kann, sofort abzutödten, als sie langsamem Absterben zu überlassen; das erforderliche Verfahren ist in dem Kapitel „Desinfection" angegeben.

Des-odori-sation.

2) Die Desodorisation. Die Entwickelung unangenehmer Gerüche und die Belästigung durch dieselben lässt sich verhindern durch Desodorantien und eine dem Zwecke entsprechende Ventilation. Die Desodorantien wirken entweder durch die Behinderung der Zersetzungsvorgänge, also durch Hemmung des Bacterienlebens, oder durch die Bindung der entstandenen übelriechenden Gase. Zu den Desodorantien gehören Eisenvitriol, Kupfervitriol, Kaliumpermanganat, Chlorzink, Saprol und Kalk einerseits, und die Ueberschüttung mit Erde, Asche oder Torfmull andererseits. Die ersteren Mittel üben zugleich eine, wenn

auch schwache, desinficirende Wirkung aus; Saprol und Kalk (siehe Desinfection) sind zugleich kräftige Desinficientien. Die letzteren Mittel verhindern einerseits den üblen Geruch, andererseits schaffen sie ein für die Landwirthschaft brauchbares Präparat. Für jede Sitzung soll $^1/_2$—1 kg Erde (Moule, Passavant) genügen oder dieselbe Menge Asche (Morell). Indessen ist die Menge und das Gewicht der gebrauchten Materialien zu gross, um noch für mittlere Städte brauchbar zu sein. Bessere Erfolge sind in den letzten Jahren mit Torfmull erzielt worden. Fein zerriebener Torf wird in Kästen, die entweder in den Sitzdeckeln oder hinter den Sitzen angebracht sind, eingeschüttet. Nach der Defäcation werden automatisch etwa 50 g des Mulls über die Fäcalien geschüttet; da die Wassercapacität des Torfs zwischen 500 und 1000 Gewichtsprocenten schwankt, so kann die aufgeschüttete Menge allen Urin in sich aufnehmen. Der Koth verwandelt sich in schmierige, bräunliche Streifen. Bei nicht zu hoher Wärme und häufiger Entfernung der Massen ist Ammoniakgeruch selten, Fäcalgeruch gar nicht vorhanden. Eine Desinfection der Fäcalien tritt nicht ein, sie ist selbst dann selten, wenn man dem Torf Säuren zusetzt, weil diese ohne mechanische Mischung in das Innere der Kothmassen nicht eindringen können. Die Torffäcalien sind für die Landwirthschaft von grösserem Werth.

Erd-, Asche-, Torfstreuklosets.

3) Die Ventilation. Um den Eintritt übler Gase in das Haus zu verhüten, schliesst man bei den Wasserclosets (S. 273) den Sitztrichter durch eine reine Wasserschicht luftdicht von dem Fallrohr ab und erreicht damit vollen Erfolg. Schwieriger ist die Geruchloshaltung bei den übrigen Systemen. Man kann durch Anbringung eines Siphons, event. eines Oelsiphons, oder durch Einstellen des Fallrohrs in einen an der Grubenwand befindlichen kleinen, mit Wasser gefüllten Recipienten wohl den Geruch aus Tonnen und Gruben abhalten, aber nicht den aus dem Fallrohr selbst sich entwickelnden erheblichen Geruch. Die an dem Sitztrichter selbst angebrachten Verschlüsse halten nicht dicht, ausserdem entwickeln sich aus dem im Sitztrichter haften gebliebenen Koth und Urin üble Gerüche, so dass für alle diese Systeme ausserdem die Ventilation des Kothbehälters und der Abortanlage erforderlich ist. Man richtet dieselbe am besten so ein, dass der Behälter selbst möglichst luftdicht abgeschlossen ist bis auf die Oeffnung für das Fallrohr bezw. Ventilationsrohr. Wenn man das Fallrohr zur Ventilation benutzen will, so führt man es wie einen gut ziehenden Schorn-

Ventilation.

stein frei bis über den First des Daches und versieht es mit einem Sauger. Häufig zieht der Schlot nicht, z. B. wenn die Sonne darauf scheint, oder wenn die Closets wärmer sind als die Aussenluft, oder wenn sie durch die Luftströmung saugend wirken, oder wenn die Deckel offen gelassen werden; in diesen Fällen dringen dann die üblen Gerüche in das Haus. Geht das Rohr nicht bis über den First hinaus, so werden bei conträrem Wind regelmässig die übelriechenden Gase durch das Fallrohr in das Haus gedrückt! Wegen der meistens peripheren Lage der Closets lässt sich gewöhnlich nur bei flachen Dächern das Hinaufziehen des Rohres bis über den höchsten Punkt des Daches ermöglichen.

An einen gewärmten Schornstein kann man das Rohr bei dem Zweck, welchem es dient, ebensowenig legen. Will man eine Aspiration durch Wärmedifferenz, so muss man in dem oberen Theil des Rohres eine Wärmequelle — Gas-, Petroleumflamme — anbringen. Diese saugt dann, wenn die Aspiration stark genug ist, und die Deckel geschlossen sind, die in dem Fallrohr und dem Kothbehälter entstehenden Gase in das Freie, immer vorausgesetzt, dass das Fallrohr bis über den First reicht.

Besser sieht man von dem Fallrohr als Ventilationsrohr völlig ab und construirt neben dem in der Nähe des Kothrecipienten gelegenen Küchenschornstein einen besonderen Ventilationsschlot, welcher der Küchenesse anliegend stets warm ist und mit ihr bis über den First geht. Diesen Schlot verbindet man mittelst eines weiten, schräg aufsteigend gelegten Verbindungsrohres mit dem Innenraum der Grube oder dem unteren Theile des Fallrohres. Das Fallrohr wird oben abgeschnitten, die Trichter werden an die Sitzbretter möglichst luftdicht angeschlossen, und die Sitze mit gut schliessenden Deckeln versehen. Bei dieser Einrichtung muss fortwährend ein Zug von den Closeträumen und dem Kothbehälter aus in das Fallrohr hinein und zum Ventilationsrohr hinaus statthaben. Der möglichst luftdichte Verschluss der Sitze soll einen starken Zug garantiren, einerseits durch den negativen Luftdruck im Fallrohr, andererseits durch die stets hohe Temperatur im Ventilationsrohr, welches dann durch Luftwechsel und Wärmetransport wenig abgekühlt wird. Lässt sich der Schlot nicht neben den Schornstein legen, so ist ein besonderes Ventilationsrohr von der Weite des Fallrohres bis über den First des Daches zu ziehen und mit Sauger und Wärmequelle zu versehen. Die beiden Zeichnungen, Fig. 111 und 112 lassen die Anordnungen ohne weiteren Commentar er-

kennen. In der Fig. S. 187 ist das Fallrohr durch ein sanft aufsteigendes, weites, den Tonnenraum durchziehendes Blechrohr mit dem Ventilationskanal verbunden.

Die Lüftung der Abortsitzräume muss durch ein unmittelbar in das Freie führendes Fenster gewährleistet sein. Gute Beleuchtung, hellgestrichene Wände, Vorhandensein von Papier (z. B. in Schulaborten) und Freistehen des Sitztrichters (ohne Holzverkleidung) sind aus Gründen der Reinlichkeit erforderlich.

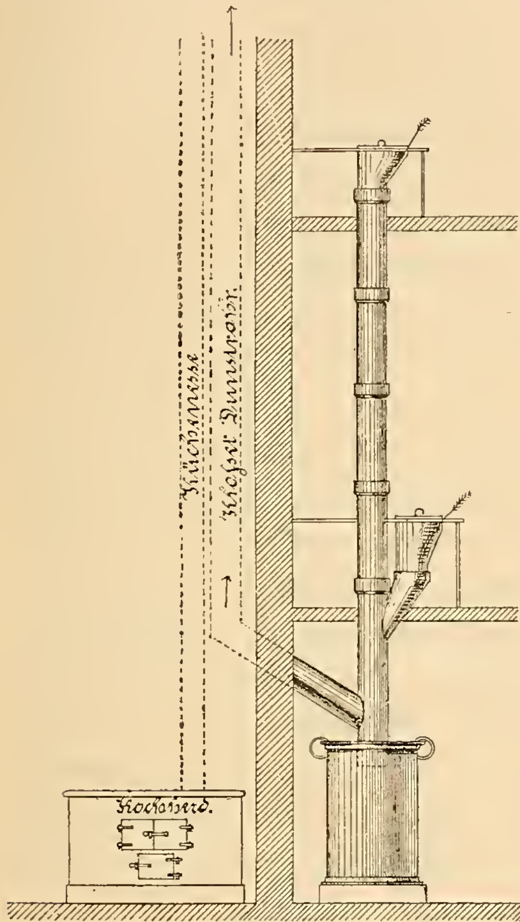


Fig. 111.

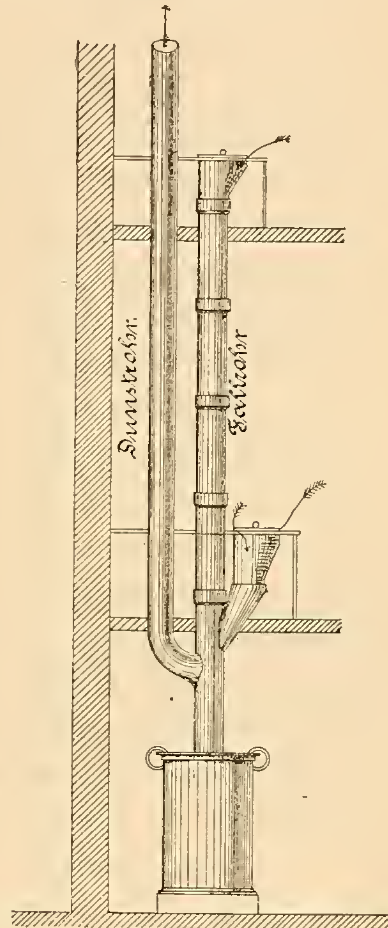


Fig. 112.

Die Fallrohre müssen vollständig undurchlässig und glattwandig sein. Besondere Vorsicht ist nothwendig, um sie im Winter vor dem Einfrieren zu bewahren. Eine nicht zu geringe Weite und möglichst frostfreie Lage an einer Innenwand, event. Heizung der Closeträume oder des Fallrohres durch eine kleine Petroleumlampe schützen gegen diese Eventualität. Die Aufnahmebehälter für den Koth müssen gleichfalls gegen Frost geschützt sein.

Einfrieren der Rohre.

Die Pissoire vermitteln Infectionen anscheinend selten, sie verbreiten aber häufig üblen Geruch durch Ammoniakbildung. Man unterscheidet Becken-, Rinnen- und Flächenpissoire; die

Pissoire.

letzteren werden aus Fayence, oder Stein oder Rohglas hergestellt; wenn möglich, wendet man temporäre oder besser continuirliche Wasserspülung an und führt den Urin rasch den Kanälen zu. Wo das zu theuer ist, oder Kanalisation nicht besteht, bestreicht man die Becken, Rinnen oder Flächen, gegen welche der Urin gelassen wird, mit Oel, giebt zu dem Harnreservoir hin einen „Oelverschluss“ und fängt den Urin in Gruben oder Tonnen, eventuell unter Zugabe von Torf, auf. Der Fussboden der Pissoire muss absolut wasserdicht, etwas geneigt und leicht zu reinigen sein.

Schwierigkeiten.

4) Die Abfuhr. Sehr genauer Regelung bedarf die Entfernung der Fäcalien. Wird die Abfuhr nicht sorgsam überwacht, so gehören Ueberlaufen der Behälter und Verunreinigung des Bodens, der Häuser und der Strassen zu den regelmässigen Ereignissen, und darin liegt eine grosse Gefahr. Aus den kleineren Städten werden die Unrathstoffe, wenn ihre Fortschaffung dem Einzelnen überlassen bleibt, auf die Felder und in die Gärten gefahren, wo eine Controle des Verbleibs unmöglich ist, und die Nachbarschaft oftmals unter den üblen Gerüchen zu leiden hat. In grösseren Städten, wo der Ackerbau zurücktritt, ist die Entfernung der Fäcalien für den Einzelnen nicht selten mit Schwierigkeiten verbunden. Die Landwirthschaft kann den Dung nur im Herbst und im Frühjahr gebrauchen, und in der Zwischenzeit holen die Ackerwirthe die Excremente oft nicht ab. Um die regelmässige Abnahme zu sichern und einer uncontrolirbaren Zerstreuung der Unrathstoffe vorzubeugen, müssen die Städte die Abfuhr selbst besorgen. Die entnommenen Fäcalien sind entweder rasch unterzupflügen oder an einen Ort zu bringen, wo sie Schädigungen und Belästigungen nicht hervorrufen können. Die Kosten für die Abfuhr sind nicht unerheblich, und in vielen Fällen weiss man nicht, wohin man den Unrath schaffen soll.

Dörfliche Verhältnisse.

Am schlimmsten sieht es bezüglich der Aufbewahrung und Entfernung der Abfallstoffe auf den Dörfern aus. Undichte, uneingedeckte Gruben, zu Bergen angehäufter, mit menschlichen Fäcalien untermischter Thierdung, der auf den Höfen in unmittelbarer Nähe der Wohnungen und der völlig undichten Brunnen lagert und die entstehende Jauche in den Boden hineinlässt oder in Strömen quer über den Hof auf die Strasse entsendet, sind fast die Regel. Von dem guten Willen der Leute ist wenig zu erwarten, da helfen nur der von oben her erlassene Befehl und die Strafe.

Man hat der Schwemmkanalisation mit Recht den Vorwurf

gemacht, sie entziehe dem Ackerbau viel nutzbringende Stoffe; wird jedoch der menschliche Dung der Landwirthschaft zur Verfügung gestellt, so nimmt sie ihn nur dann, wenn sie ihn sehr billig und bequem haben kann, denn die Masse der Fäcalien ist im Verhältniss zu den darin enthaltenen, für die Pflanzen nützlichen Stoffen zu gross. Man hat verschiedene Methoden ersonnen, um das Volumen zu vermindern.

Trennung der Fäcalien.

So hat man versucht, die festen Excremente von den flüssigen zu sondern und letztere den Kanälen zu übergeben und bloss die ersteren abzufahren. Die Trennung von Harn und Koth ist entweder durch ein bereits in einer queren Linie des Falltrichters eingerichtetes Schied oder durch ein erst in der Grube angebrachtes Sieb angestrebt worden. Praktische Erfolge sind nicht erreicht worden, weil gerade die flüssigen Bestandtheile die landwirthschaftlich werthvollsten sind. Man darf auch nicht vergessen, dass der Urin, besonders wenn er erst aus den Fäcalien abfiltrirt wird, pathogene Keime enthalten kann.

Grubenklärung.

Weiter ist man mit der chemischen Behandlung gekommen; man richtet die Aborte als Wasserclosets ein, leitet die entstehenden Fäcalien mitsammt dem Spülwasser in eine grössere Grube und „klärt“. Hierzu verwendet man u. A. die Süvern'sche Masse: Aetzkalk (100), Theer (8), Magnesiumchlorid (33), Wasser (860); in England setzt man Alaun, Blut und Thon (clay) zu (ABC-Process); Friedrich lässt in den Sitztrichter Thonerde-, Kalk- und Eisenoxydhydrat nebst Carbolsäure fliessen. Die Klärung vollzieht sich in der Grube; die klare Flüssigkeit läuft event. nach Passirung eines zweiten Beckens in die Kanäle ab, während die festen Stoffe durch Abfuhr entfernt werden. Die erwähnten, sowie alle in diese Richtung schlagenden Versuche haben den Vortheil, dass sie bei reichlicher Anwendung von Kalk ein keimfreies oder keimarmes Abwasser liefern, welches, wenn der Kalküberschuss nicht zu gross ist, in den meisten Fällen wohl unbedenklich in die Wasserläufe eingelassen werden kann. Sie haben den Nachtheil, dass sie unausgesetzter Aufmerksamkeit und Controle bedürfen, sonst wird die Desinfection in den meisten Fällen bald völlig unterbleiben. Aus diesem Grunde kann man derartige Einrichtungen da gestatten, wo man, wie zuweilen in den öffentlichen Anstalten, Schulen etc., einer guten Controle sicher ist; dahingegen eignen sie sich nicht zur allgemeinen Einführung.

Poudrettirung.

Auf ein sehr geringes Mass werden die Fäcalien reducirt durch die Poudrettirung. Die Fäcalmassen, möglichst ohne

Abwasser und ohne Torfzusatz werden mit Schwefelsäure stark angesäuert auf mehr als 100° erhitzt und von ihrem Wasser befreit. Das getrocknete Pulver, die Poudrette, ist keimfrei und besitzt einen hohen Dungwerth; leider sind die Darstellungskosten noch so hoch, dass sie schwer verkäuflich ist. Auch Kothsteine hat man aus den Fäcalien zu pressen gesucht, die als Brennmaterial in Kesselfeuerungen Verwendung finden sollten. Dauernden Erfolg hat dieses Streben nicht gehabt.

Trocknung und sofortige Verbrennung lässt sich erzielen durch Anwendung des Feuerclosets. Die Fäcalien fallen auf einen engen Rost, welcher den Urin in eine darunterstehende flache Schale abfliessen lässt. Vor dem Rost befindet sich die Feuerung, welche die Unrathmasse zunächst austrocknet und sie dann zum Verbrennen bringt. Damit die Destillationsproducte nicht durch ihren Geruch lästig fallen, werden sie mittelst einer hinter dem Rost liegenden zweiten Feuerung verbrannt; auch streichen die Gase des aus der Pfanne verdunstenden Urins durch dieselbe. Ein hoher Schornstein garantirt weiterhin für die Beseitigung jedes üblen Geruches sowie für den erforderlichen Zug. Die wenigen bis jetzt in Gebrauch befindlichen Anlagen haben sich bewährt.

Feuer-kloset.

e) Die Entfernung der Hausabwässer.

Werden so auf die eine oder andere Weise die Fäcalien aus den Orten herausgeschafft, so ist noch das Abwasser aus den Haushaltungen unterzubringen.

In den Dörfern und kleinen Städten wird es leider meistens einfach auf die Strasse, die Höfe oder Gärten gegossen und versinkt dort, soweit es nicht verdunstet. Als einen geringen Fortschritt darf man es bezeichnen, wenn das Abwasser in besondere Schwind- oder Schlinggruben geschüttet wird; über den hygienischen Unwerth derselben haben wir schon gesprochen. Für grössere Gemeinwesen ist für die Abführung der Wässer ein Kanalnetz nothwendig. Da die Hausabwässer mindestens ebenso infectiös sind als die Fäcalien, auch suspendirte Substanzen in grösserer Menge enthalten, so muss eine Reinigung verlangt werden. Diese findet jedoch gewöhnlich nicht statt, anscheinend, weil die absolute Menge der Abfallstoffe geringer ist, als wenn die Fäcalien mit eingeführt werden, und weil hauptsächlich die kleineren Städte zu diesem Verfahren greifen, wo das Verhältniss der Schmutzstoffe ohne Fäcalien zu der Menge des Flusswassers ein günstiges ist. Am besten ist es, wenn die gesammten Abfallstoffe mit oder ohne das Regenwasser, aber ohne den Haus-

müll und den Thierdung, in einem Rohrnetz gesammelt und abgeführt werden; das geschieht durch die

Schwemmkanalisation.

Dabei besteht die Forderung, 1) dass das Rohrsystem raschen Abfluss gestatte; 2) in seinem Verlauf keine Infectionserreger austreten, keine belästigenden Gase und keine Flüssigkeit entweichen lasse; 3) der am Ende des Systems austretende Kanalinhalt keine gesundheitlichen Schädigungen und Belästigungen bewirke.

a) Die Kanalanlagen.

α) Das Sammelsystem.

Werden die gesammten Abwässer und Fäkalien sowie die Regenwässer zusammen abgeführt, so spricht man von einem Sammelsystem.

1) Einrichtung desselben. Das Rohrnetz beginnt mit den Ausgüssen der Wasserleitungen und den Aborttrichtern. Von dort aus führen Zink- oder Eisenrohre bis in bezw. unter das Kellergeschoss des Hauses, wo sie sich zu einem Sammelrohr aus Eisen oder glasirtem Thon vereinigen. Bevor der Strang die Grundmauer durchsetzt, um spitzwinkelig in einen Strassenkanal überzugehen, ist ein Revisionsstück, d. h. ein Rohr, eingefügt, welches in seinem oberen Umfang mit einem wasserdicht schliessenden Deckel versehen ist (Fig. 113).

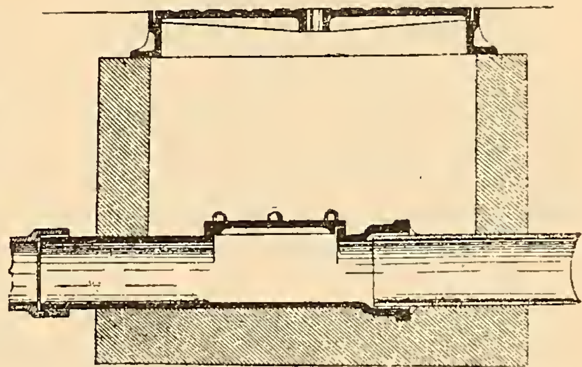


Fig. 113. Revisionsstück in gemauertem Schacht.

Die Strassenkanäle liegen meistens inmitten der Strassen und bestehen gewöhnlich bis zu 0,5 m Durchmesser aus glasirten, fehlerfreien Thonrohren; weitere Strassenkanäle werden entweder in Cement und Ziegelsteinen gemauert oder aus Cementbeton hergestellt. Die Gestalt dieser Kanäle ist eiförmig, mit der Spitze nach unten, damit eine möglichst hohe, aber wenig breite Wasserschicht in der Kanalsohle fliesst, wodurch das Sedimentiren der Schmutztheile besser verhindert wird (Fig. 114). Um dem Grundwasser Abfluss zu gewähren und event. eine Senkung seines Spiegels zu erwirken, führt man das Stützmauerwerk der Eikanäle hohl aus oder umgiebt die Rohre mit grobem Kies. Der Grundwasserstrom läuft dann parallel zum Schmutzwasserstrom.

Von Strecke zu Strecke sind Einläufe für das Rinnsteinwasser eingefügt (Fig. 115); sie lassen den groben Schmutz in einen in ihrem tieferen Theil stehenden Eimer sinken und das Wasser aus dem oberen Theil in den Kanal ablaufen; diese Sinkkästen nennt man auch Schlammfänge oder Gullies. Ausserdem werden Revisionsschächte eingemauert, welche zur Controle und zur Reinigung dienen und den Zutritt der Aussenluft zu dem Kanalinnern gestatten.

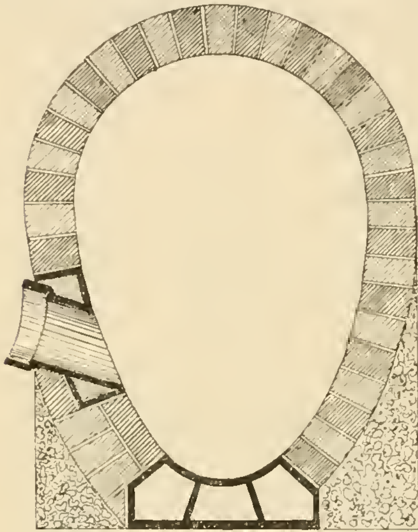


Fig. 114. Grösserer Strassenkanal mit Einmündung eines Seitenkanals, hohlem Sohlenstück und Kiesschüttung zur Aufnahme des Grundwassers.

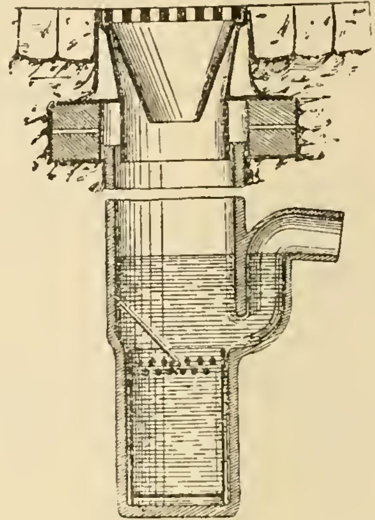


Fig. 115. Sinkkasten mit Einlaufgitter, Schmutzeimer und Wasserverschluss (Siphon) zum Kanalnetz hin.

Die Anordnung der Kanäle, z. B. ob fächerförmig oder parallel, ob in einer oder in mehreren Höhenzonen, ob in einen oder in mehrere Hauptsammler mit gesonderten Abführungen (Radial- oder Theilsystem) zusammengefasst, richtet sich hauptsächlich nach den örtlichen Verhältnissen, in erster Linie also nach der Terraingestaltung und nach der Lage und Anordnung der Strassen.

Die Weite der Kanäle richtet sich nach der Menge des Regenwassers, welche aufgenommen werden soll. Die Menge der Hausabwässer ist im Vergleich zum Regenwasser gering, gewöhnlich nur 1,5—3 $^0/_0$ betragend. Schwere Unzuträglichkeiten würden entstehen, wenn man die Kanäle so gross bauen wollte, dass sie alles Regenwasser aufnehmen könnten. Man begnügt sich meistens damit, den grösseren Kanälen eine solche Weite zu geben, dass sie im Stande sind, mittlere Regen zu fassen. Die Weite der Rohre richtet sich also ganz nach den örtlichen Bedürfnissen, der Intensität, Dauer und örtlichen Ausdehnung der stärkeren Regen, der Bebauung, der Oberflächengestaltung und

Grösse des Terrains, der Leichtigkeit, das oberirdisch ablaufende Regenwasser los zu werden u. s. w. Zunächst kommt es darauf an, dass die Anfangstheile der Kanäle das Regenwasser in möglichst grosser Menge aufnehmen, dahingegen sucht man die Sammelkanäle, um gerade die Aufnahmefähigkeit der Anfangstheile zu erhalten, möglichst von dem plötzlich eingeführten Regenwasser zu entlasten; das geschieht durch die Nothauslässe, d. h. in dem seitlichen Umfang der Kanäle angebrachte Oeffnungen, welche es direct einem Flusslauf, Graben etc. zuführen (Fig. 116 und 117). Die Nothauslässe beginnen meistens in Thätigkeit zu treten, wenn sie das drei- bis sechsfache der Abwassermenge an Regenwasser aufgenommen haben. Das ausströmende Mischwasser enthält also die entsprechende Menge Abwasser und ziemlich viel Strassenschmutz, dessen Hauptmasse allerdings im Beginn des Regens, wenn die Nothauslässe noch nicht in Thätigkeit getreten sind, in das Kanalsystem einfliesst und

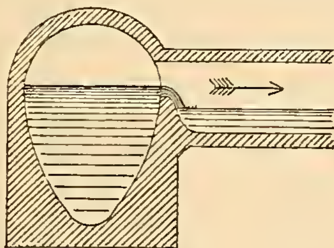


Fig. 116.

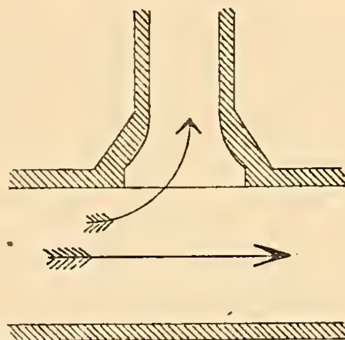


Fig. 117.

Fig. 116 und 117. Nothauslass im Quer- und Längsschnitt.

abgeschwemmt wird. Da die Schmutzwässer aus den Nothauslässen in dem Wasser der Vorfluth noch eine weitere starke Verdünnung erfahren, und da dieses Wasser gerade zu Regenzeiten wohl nur in Ausnahmefällen für häusliche Zwecke eine Verwendung findet, so kann man vom gesundheitlichen Standpunkt aus gegen das nothwendige Uebel der Nothauslässe nicht allzuviel einwenden.

Um raschen Abfluss und möglichst geringe Sedimentirung zu gewährleisten, müssen die Kanäle ein zweckmässiges Gefälle besitzen; die Hausleitungen erhalten, wenn angängig, ein Gefälle von 1 : 50, die kleinen Strassenleitungen von 1 : 250, die grösseren von 1 : 500, die Sammelkanäle von 1 : 1000. Bei zu starkem Gefälle fliesst das Wasser zu rasch ab, so dass die gröberen Sinkstoffe trocken fallen und faulen. Diesem Uebel-

stand kann man entgegentreten durch das „Brechen“ des Gefälles: man führt den Kanal in den oberen Theil besonderer Schächte oder einzelner Revisionsbrunnen hinein und aus ihrem unteren Theil wieder ab.

Das Gefälle wird wesentlich durch die Tiefenlage der Kanäle beeinflusst, und diese hängt ab von der zur Erlangung der Frostfreiheit erforderlichen Tiefe (in Deutschland ungefähr 1 m), von der Nothwendigkeit, das Grundwasser niedriger zu legen, oder Abwässer aus Kellern aufzunehmen, sofern Küchen, Waschküchen, Badestuben oder Betriebe darin untergebracht sind, von der Strassenbreite und den verfüglichen Geldmitteln.

Den in den Kanälen sich ablagernden Schlamm entfernt man durch Spülung oder mechanische Reinigung. Die Spülung geschieht, soweit der Regen das nicht besorgt, durch raschen Einlass grosser Wassermengen aus der Wasserleitung, aus Bächen und Teichen, oder aus Spülkästen, die zum Theil automatisch arbeiten, oder durch Stauung des Kanalwassers selbst hinter Stauklappen, welche in Revisionsschächten vor der Mündung des unteren Kanalendes angebracht sind (Fig. 118). Wird der Stau plötzlich gehoben, so reisst das mit grosser Gewalt einstürzende Stauwasser die abgelagerten, festen Theile fort. Die manuelle Reinigung lässt sich in den begehbaren Kanälen leicht ausführen, in den engen Kanälen wird unter reichlicher Spülung eine Drahtbürste hin und her gezogen.

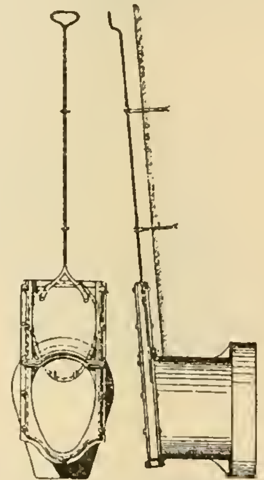


Fig. 118. Spülschieber eines engeren Kanalrohres von vorn und von der Seite gesehen.

Infections-erreger.

2) Austritt von Infectionserregern, Gasen und Flüssigkeiten. Der Austritt von Infectionserregern in die Luft kann, da an keiner einzigen Stelle des ganzen Kanalsystems Staubtrockenheit vorhanden ist, nur durch Verspritzen feinster bacterienhaltiger Tröpfchen statthaben; aber bei der Enge der Kanäle und der Feuchtigkeit der Wandungen werden die Tröpfchen bald abgefangen. Untersuchungen haben gezeigt, dass wirklich die Kanalluft fast keimfrei ist.

Gase.

Stinkende Gase sollen in einem gut construirten und gut gehaltenen System nicht vorkommen. Dahingegen sind geringe, fade oder modrige Gerüche gewöhnlich. Man schützt sich davor durch zweckmässige, kräftige Ventilation unter Verhinderung

des Eintritts der Kanalluft in die Häuser. Zu diesem Zwecke werden die Dachrinnen oder besondere Rohre in den Scheitel der Kanäle eingebunden, und die Fallrohre der Closets und der Ausgüsse bis über das Dach verlängert; beide Arten von Rohren dienen während eines grossen Theiles des Jahres als Ausflussöffnungen, während die durchbrochenen Deckel der Revisionsschächte als Einflussöffnungen fungiren. Selbstverständlich dürfen die Dachrinnen nicht dicht neben den Fenstern bewohnter Räume ausmünden.

Untersuchungen an Thieren und die Beobachtungen einiger Autoren an Menschen (Kanalarbeitern, Leimsiedern) haben eine Schädigung oder eine ungünstige Beeinflussung der Disposition durch stinkende Gase, sofern Schwefelwasserstoff fehlt, nicht erkennen lassen, während andere Forscher eine schlechte Einwirkung auf die Disposition behaupten.

Um den Austritt der Gase in das Haus zu verhindern, schiebt man Wasserverschlüsse (Siphons, Trabs) ein; d. h. das von den Ausgussbecken der Wasserleitung und den Closettrichtern abgehende Rohr wird S-förmig gebogen; in der Biegung bleibt eine Wasserschicht zurück, die bei einer Höhe von 5 cm genügt, dem Andrang der Gase aus den Kanälen zu widerstehen (Fig. 119).

Durch Verdunsten, Durchbrechen oder Absaugen des Siphons kann das Wasser entfernt, und den Kanalgasen der Eintritt ermöglicht werden. Das „Absaugen" findet statt, wenn von einem höher gelegenen Ausguss aus das Abfallrohr gefüllt wird, und der Abfluss so rasch erfolgt, dass hinter dem stürzenden Wasser eine starke Luftverdünnung entsteht. Das „Durchbrechen" ereignet sich, wenn von oben niederstürzende Wassermassen die vor ihnen befindliche Luft stark zusammendrücken. Die Verlängerung der 10 cm weiten Fallrohre in gleicher Stärke bis über das Dach bei gleichzeitig relativ engen Siphons (5 cm) und die glatte Durchführung der Hausableitungsrohre zum Strassenkanal ohne Wasserverschluss im Hauptstrang verhindern beides und begünstigen die Ventilation.

Veranlassung zu üblen Gerüchen geben zuweilen die Wasserclosets und zwar sowohl durch Beschmutzung der Sitztrichter oder Sitzbecken mit Koth als auch durch üble Gerüche aus dem Fallrohr. Das erstere wird verhindert durch zweckmässige Sitztrichter und Sitzbecken, welche mit reichlicher, kräftiger Spülung versehen sind, das letztere durch Einschiebung eines Wasserverschlusses direct unterhalb der Sitzgelegenheit.

Die verschiedenen „Systeme" der Closets lassen sich in 4 Gruppen unterbringen. 1) Die Trichter (einfache Siphon-)Closets.

Durch Oeffnen eines Selbstschlusshahnes mittelst Zuges werden die Wände des Trichters abgespült und die Faecalien durch den Siphon in das Fallrohr entleert. 2) Das Klappen- (Pfannen-Becken-)Closet. Der Trichter ist durch eine etwas Wasser enthaltende Schale geschlossen. Nach der Defäcation wird durch Zug zugleich die Schale geöffnet und die Spülung eingeleitet; die Fäces fallen in ein nicht leicht sauber zu haltendes Becken. (Fig. 120). Beide vorbezeichnete Closets sind veraltet, an ihre Stelle sind die viel einfacheren folgenden Einrichtungen getreten.

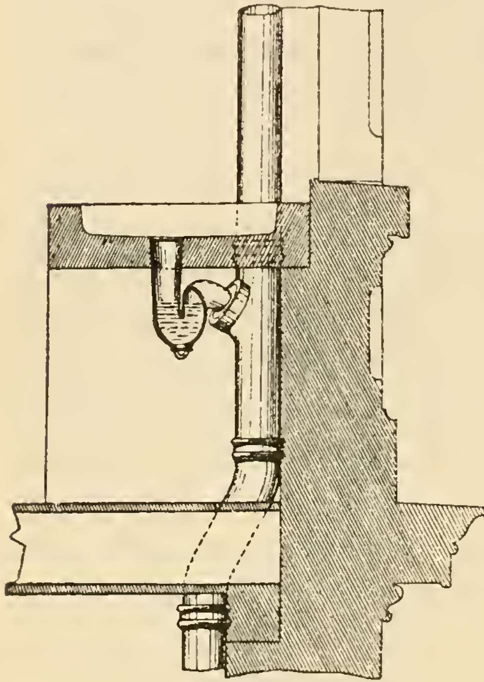


Fig. 119.
Siphon an einem Spülstein.

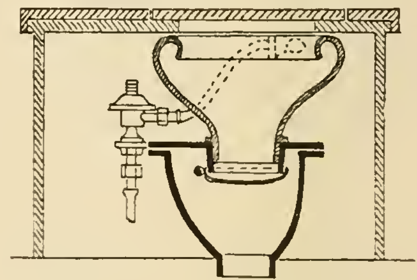


Fig. 120. Pfannencloset.

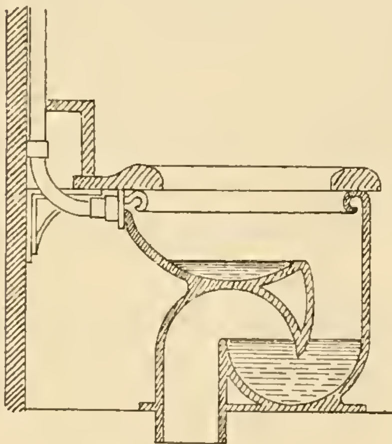


Fig. 121. Tellercloset.

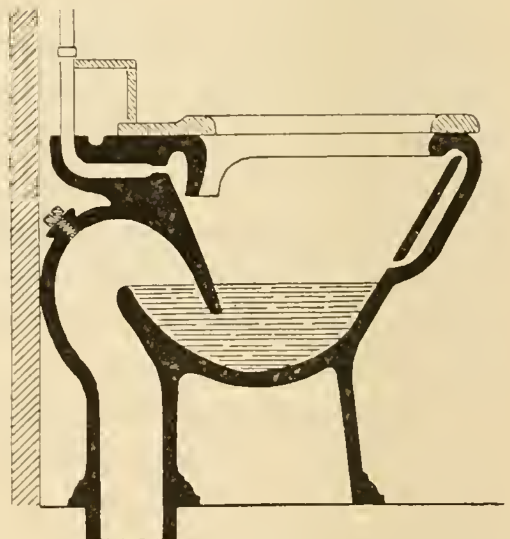


Fig. 122. Tiefspülcloset.

3) Das Teller- (Becken-, Schüssel-, Washout-)Closet, (Fig. 121). Der hintere Theil des Sitztrichters ist zu einer mit 3 cm Wasser bedeckten flachen Schale umgebildet, welche der Hauptspülstrahl

trifft, um die Fäcalien in den Siphon zu entleeren. 4) Das Tiefspül- (Washdown-)Closet (Fig. 122). Die Excremente fallen unmittelbar in den Wasserverschluss hinein und werden von dort direct fortgespült. Die Hinterwand des Beckens ist so geformt, dass sie möglichst nicht von den Excrementen getroffen wird. Beide Apparate werden meistens ohne Holzverkleidung aufgestellt und wie alle Closets am besten aus etwa 10 Liter haltenden Spülkästen und nicht direct aus der Wasserleitung gespült.

In alten Städten findet man noch Kanäle mit durchlässigen Wandungen und ebensolcher Sohle. Selbstverständlich müssen alle Kanäle wasserdicht hergestellt werden, weil sonst erhebliche Verschmutzung und Versumpfung des umliegenden Bodens statthaben würden. **Flüssigkeiten.**

β) Das Trennsystem.

Wenn man die Regenwässer vollständig oder fast vollständig von den Kanälen fernhält, so dass nur die Hauswässer, Faecalien und differenten Fabrikwässer in sie hinein fliessen, so spricht man von einem „Trennsystem“. Die Regenwässer werden dann in offenen oder gedeckten Rinnen oder in kurzen Stichkanälen auf kürzestem Wege dem nächsten Wasserlauf überwiesen.

Der Nutzen der Trennsysteme beruht darin, dass man kleinere Kanäle gebraucht, (Thonrohre genügen meistens), die Nothauslässe vermeidet, und event. mit erheblich schwächeren Maschinen auskommt; ferner kann man die Abwässer besser und billiger klären und desinficiren und gebraucht bei entsprechender Vorfluth weniger Rieselland. Es ist also jedenfalls die definitive Beseitigung der Abwässer bei gleicher Sicherheit billiger als beim Sammelsystem.

Die technische Einrichtung des Trennsystems ist der des Sammelsystems sehr ähnlich. — Das Entweichen von Infectionserregern in die Luft, der Uebergang von Flüssigkeiten in den Boden ist ausgeschlossen; üble Gerüche oder Ablagerungen entstehen beim Trennsystem ebenso wenig, als bei dem Sammelsystem; die Reinigung der Kanäle lässt sich in gleich guter Weise bewirken.

Ist genügendes Gefälle vorhanden, so läuft das Abwasser auch beim Trennsystem ohne Nachhülfe an seinen Bestimmungsort; fehlt das Gefälle, so muss es gehoben werden.

Nach dem Shone'schen, (Merten'schen) Verfahren wird das durch Druckluft bewirkt; das Abwasser (ohne Regen- und in- **Druckluft-System.**

differente Fabrikwässer, aber mit Einschluss der Fäkalien) fliesst in etwa 0,6—1,5 cbm haltende eiserne Töpfe und wird von dort, sobald ein Topf gefüllt ist, durch selbstthätig eintretende Druckluft in das Entleerungsrohr gepresst und an seinen Bestimmungsort getrieben; nach der Entleerung entweicht die überschüssige Druckluft, neues Schmutzwasser fliesst dem Topfe zu, und das Spiel beginnt von neuem. In einer Minute kann ein solcher Topf gefüllt und geleert werden. Das Shone-Merten'sche System hat sich bis jetzt gut bewährt.

Liernur-System.

Das System Liernur ist ebenfalls ein Trennsystem. Der Erfinder bringt in den Aborten enge Trichter an, welche in Eisenrohre münden, die mit starken Siphonbiegungen in das eiserne Strassenrohr übergehen. Die Fäcalien sammeln sich vorläufig in den Haus- und Strassenkanälen an. Die letzteren vereinigen sich für je einen grösseren Stadtbezirk in einem luftdicht schliessenden Reservoir. Wird letzteres von der Pumpstation aus luftleer gemacht, und werden dann die Hähne der Strassenkanäle geöffnet, so drückt die Luft den Koth in den Eisenkasten hinein. Nach der Füllung werden die Hähne wieder geschlossen, und nun wird Luft in das Reservoir gepresst, wodurch die Fäcalien zur Centralstation gedrückt werden behufs Poudrettirung. Das System ist theuer in der Anlage, aber es lässt sich bei selbst sehr ungünstigen Terrainverhältnissen anbringen. Vom sanitären Standpunkte aus kann es nicht empfohlen werden, weil es die lästigen und infectiösen Hausabwässer nicht mit entfernt; das System erfüllt also seinen Zweck nur zur Hälfte.

b) Die definitive Beseitigung des Kanalinhaltes.

Zusammensetzung des Sielwassers.

Die Zusammensetzung der Kanalwässer ist sehr verschieden; so hatte München, als es seine Faecalstoffe noch nicht einführte, im Liter bei Tage 49 mg anorganische, 21 mg organische suspendirte und 381 mg gelöste Substanzen, während das Mittel aus 50 Analysen der Kanalwässer von 16 englischen Städten 178 mg anorganische, 213 mg organische suspendirte und 824 mg gelöste Substanzen betrug. In der gleichen Zahl von Analysen aus 16 Städten Englands, die ihre Faecalien mit einführen, wurden gefunden 241 mg anorganische, 205 mg organische suspendirte und 722 mg gelöste Stoffe, während Berlin unter der gleichen Bedingung die Zahlen 210, 326 und 850 aufweist. Aus den Angaben folgt zugleich, dass die Einleitung der Faecalien, wegen des erforderlichen Spülwassers, keinen Einfluss auf das procentische Verhältniss hat, obwohl sie die absolute Menge des

Schlammes beeinflusst. Unter den suspendirten Stoffen haben die organischen Substanzen wegen ihrer Faulfähigkeit und die Bacterien als Erreger der Fäulniss und der Infectionen eine besondere Bedeutung.

Fäulniss und Infection sind die beiden Punkte, welche zu berücksichtigen sind, wenn es darauf ankommt, das in den Kanälen abgeführte Wasser definitiv zu entfernen. Der Kanalinhalt wird entweder ohne weiteres oder nachdem er durch physikalische bezw. chemische Methoden „geklärt" ist, in grössere Wässer eingeleitet oder er wird auf den Boden gelassen, damit er dort versickernd seine suspendirten Stoffe abgebe, seine faulfähigen Substanzen mineralisire, während die so gereinigten Abwässer in Drainröhren sich sammelnd die Vorfluth erreichen.

1. Die Einleitung des Kanalinhaltes in die Flüsse.

Wird die Kanaljauche in laufendes Wasser geleitet, so erfährt sie zunächst eine Verdünnung.

Ist diese erheblich, so kann es zu einer eigentlichen Fäulniss der im Wasser gelösten und suspendirten Substanzen nicht kommen; aber sie kann auftreten, wenn das Kanalwasser im Verhältniss zu dem Inhalt des Wasserlaufes zu gross ist. Nach v. Pettenkofer soll eine Uebelstände erzeugende Verunreinigung des Flusswassers nicht eintreten, wenn die Wassermenge bei niedrigstem Wasserstand sich zum Kanalwasser verhält wie mindestens 15 : 1; nach Brix soll auf jeden Einwohner des Entwässerungsgebietes bei einer Stromschnelligkeit von mehr als 1 m 5 cbm, bei 0,6 m 10 cbm, bei weniger als 0,6 m 15 cbm Flusswasser täglich kommen. Diese Angaben sind nur als ganz allgemeine Anhaltepunkte zu benutzen. Die Menge und Art der Abwässer, die Reinheit des Flusswassers und eine grosse Reihe gleich zu erwähnender Factoren sind bei der Beantwortung der Frage mit in Rücksicht zu ziehen.

Das Flusswasser entledigt sich jedoch der ihm übergebenen gelösten und suspendirten Stoffe wieder durch die sog. „Selbstreinigung". Diese wird bewirkt zunächst durch die Verdünnung mit reinem Grund-, Bach- oder Flusswasser, dann durch rein chemische Zersetzungen, ferner durch die Sedimentirung der schwebenden Bestandtheile und endlich durch die Aufnahme bezw. Zerlegung von Substanzen durch lebende Wesen. Zu letzteren gehören die kleinen Thierchen, die grünen und chlorophylllosen Pflanzen und nicht am wenigsten die Bacterien des Wassers. Die Selbstreinigung hängt ausserdem ab von der Höhe Selbstreinigung.

der Temperatur, von der Wassermasse, der Schnelligkeit des Strömens, der Beschaffenheit des Flussbettes, der Art der Verunreinigung und der Art der im Wasser vorkommenden Lebewesen. Hiernach ist klar, dass die Selbstreinigung mehr oder minder stark ausfallen kann, und dass die für die Reinigung erforderliche Wegstrecke verschieden gross ist. Die Selbstreinigung eines Flusses ist als beendet anzusehen, wenn das Wasser in biologischer, chemischer und mikroskopischer Beziehung den Stand wieder eingenommen hat, welchen es vor Einführung der Verunreinigung besass, und wenn das Flussbett wieder ebenso rein ist, wie es vor der Schmutzwassereinleitung war.

Während der Selbstreinigung fallen die suspendirten Bestandtheile unter sonst günstigen Umständen aus und bilden am Boden oder an den Ufern des Wassers Schlammbänke, die beim Trockenfallen oder bei hoher Aussentemperatur in stinkende Fäulniss gerathen, und für die Anlieger zu einer sehr unangenehmen Nachbarschaft werden können. Die Schlammbildung ist in wasserarmen, nicht regulirten, langsam fliessenden Bächen am stärksten, und besonders vor den Stauwehren macht sie sich bemerkbar; bei grösseren Flüssen ist die Gefahr, die aus der Sedimentirung hervorgeht, gering. Die Hochwässer nehmen vielfach die Schlammmassen und die sich in den verschlammten Flüssen stark entwickelnden Pilze (Sphaerotylus, Oscillarien, Beggiatoa und and.), welche durch ihre Zersetzung wiederum arge Gerüche erzeugen, mit fort.

Die pathogenen Bacterien halten sich, wie früher bereits erörtert worden ist, einige Zeit im Wasser. Da sie in der Kanalflüssigkeit, man kann sagen regelmässig, enthalten sind, so bedingt der freie Einlass dann eine Gefahr, wenn bis zu einer gewissen Entfernung unterhalb der Einmündungsstelle das Flusswasser zum Genuss und Hausgebrauch verwendet wird. Das gefährdete Gebiet darf man vorläufig nicht kleiner annehmen, als das Selbstreinigungsgebiet des Flusses. Ausserdem ist die Gefahr unter sonst gleichen Umständen grösser, wenn die Fäcalien mit eingeleitet werden, wenn die Menge des Sielwassers im Verhältniss zu der des Flusswassers gross ist, und wenn das Flusswasser einen relativ guten Nährboden für die Bacterien darstellt, wie das z. B. bezüglich der Elbe und der Cholerabacillen im Jahre 1892 bei der Hamburger Epidemie der Fall war.

Regel. Für die Flüsse mag die Regel gelten, dass die Einleitung statthaben darf, wenn die Menge der festen und gelösten Bestandtheile der Kanaljauche gering ist im Verhältniss zu der

Wassermasse des Flusses, und wenn das Flusswasser auf eine grössere Entfernung hin weder zum Trinken noch zum Hausgebrauch Verwendung findet; in allen anderen Fällen ist es nothwendig, die Kanaljauche, bevor sie den Wasserläufen übergeben wird, von den Krankheitskeimen und den fäulnissfähigen Stoffen möglichst zu befreien.

Die Einleitung der ungereinigten Kanalwässer in die freie See ist dann ungefährlich, wenn die Strömung den Kanalinhalt rasch und endgültig fortführt.

Müssen die Abwässer vor ihrem Einlassen in die Gewässer gereinigt werden, so kann das in sehr guter Weise geschehen durch

2) Die Bodenfiltration, die Berieselung.

Wollte man das Sielwasser behufs Filtration einfach auf den Erdboden laufen lassen, so würde bald ein Verschlammen der filtrirenden Oberfläche und event. ein bedenkliches Steigen des Grundwassers stattfinden. Man muss daher für das Offenbleiben der Poren und die Abführung des in die Tiefe sickernden und gereinigten Wassers sorgen. Für die Filtration durch den Boden wendete man früher entweder die aufsteigende, oder die seitliche, oder die absteigende continuirliche oder intermittirende Filtration an.

Letztere ist auch jetzt noch an einigen Stellen im Gebrauch; man rechnet auf 1 qm Oberfläche und 1,5 m Drainrohrtiefe bei leichtem Sandboden 50 l Schmutzwasser, das wären auf 1 Hektar 3300 Personen; da aber der Betrieb jedes dritte oder vierte Jahr ruhen muss, so bringt man höchstens 2500 in Anschlag. Um der Schlammansammlung an der Oberfläche und dem durch seine Zersetzung entstehenden üblen Geruch vorzubeugen, lässt man vorher die Sinkstoffe in besonderen Klärbecken sich absetzen und erzielt damit in der That eine längere Betriebszeit unter geringerer Geruchbelästigung.

Besser jedoch ist die absteigende intermittirende Filtration in Gestalt der „Berieselung“; in Deutschland kommt sie zur Zeit allein in Betracht. Das Kanalwasser wird durch Rechen von seinen gröbsten schwimmenden Theilen, Papier etc., befreit, giebt die schweren Theile, Sand, Kaffeesatz u. s. w., in Sedimentirbecken, sog. Sandfängen, ab und gelangt zu der Vertheilungsstation der weiter abseits gelegenen „Rieselfelder“. Letztere sind planirte und durch flache Wälle getrennte Felder bezw. Wiesen, welche in 1,5 bis 3 m Tiefe drainirt sind. Die Drainröhren vereinen

Riesel-anlage.

sich je nach Bedarf zu grösseren Sammelrohren und führen das Drainwasser dem nächsten Wasserlauf oder See zu. Auf den Wällen befinden sich Gräben, welche die Kanalwässer von der Vertheilungsstation erhalten, um sie durch Schleusen in regelmässigem Wechsel auf die Felder zu entleeren (Ueberstauung), oder in kleine Gräben zwischen schmale Beete zu schicken (Beetwirthschaft), oder (nach Art des Hang- oder Rückenbaues) in dünner Schicht über Wiesenflächen laufen zu lassen (Rieselung). Die Rieselanlagen werden mit Pflanzen verschiedener Art, insonderlich mit Gras bestellt. Blattpflanzen und Gräser gedeihen gut wegen des reichen Stickstoffgehaltes der Rieselwässer.

Wirkung der Berieselung.

Das aufgelassene Kanalwasser sinkt in den Boden hinein und giebt dort seine suspendirten Bestandtheile, darunter auch die Bacterien, zum allergrössten Theil ab. Ausserdem verliert es, bevor es in die Drainröhren sickert, mehr als 75% seiner organischen, gelösten Substanzen. Diese werden im Boden durch die Wirkung der Mikroorganismen mineralisirt. Das Ammoniak, die Phosphorsäure, die Kaliverbindungen finden sich im Drainwasser nur in geringen Mengen wieder; sie werden von den Pflanzen aufgenommen, welche sie zu ihrem Aufbau gebrauchen; dahingegen geht das Kochsalz fast vollständig durch, und der Gehalt an Salpetersäure ist im Drainwasser viel grösser als im Kanalwasser.

Im Durchschnitt aus 17 Analysen waren enthalten:

	Organ. Subst.	Phosphorsäure.	H_3N.	N_2O_5.	NaCl.	Kali.	Natr.
in der Kanaljauche	22,0	3	12,0	0,0	24,0	7,0	30,0
im Drainwasser	3,5	0,35	0,56	12,0	21,8	0,37	6,0

Die Pflanzen verbrauchen ausserdem viel Wasser zu ihrem Aufbau und bringen noch mehr Wasser zur Verdunstung. Durch den Pflanzenbau wird die Zerlegung der gelösten und suspendirten Abfallstoffe lebhaft gefördert und die definitive Beseitigung eines Theiles ihrer Producte ermöglicht; ausserdem kann noch ein kleiner pecuniärer Gewinn erzielt werden.

Im Winter, sofern man starken Frostes wegen nicht weiter rieseln kann, lässt man die Kanaljauche in einzelne Abtheilungen, Einstaubassins, der Rieselfelder laufen, dort versickert sie unter der Eisdecke, d. h. also, es findet eine continuirliche, absteigende Filtration statt, wobei die Reinigung eine unvollständige ist.

Einfluss der Felder auf die Gesundheit

Durch die Berieselung wird die Zerstörung der Faulstoffe in die oberflächlichen Schichten eines grossen Terrains verlegt,

Medicinischer Verlag von S. KARGER in Berlin NW. 6.

denn man rechnet bei leichtem, sandigen Boden 1 ha Rieselfläche auf 250 Einwohner. Bei dem dort vorhandenen reichen Sauerstoffgehalt überwiegen die Oxydationen; es kommt auf den Rieselfeldern nicht zur Bildung eines eigentlichen Gestanks; man bemerkt gar keinen oder einen faden, modrigen Geruch. Ueber Belästigungen durch gut bewirthschaftete Rieselfelder wird daher von den Umwohnern selten geklagt. Die Rieselarbeiter erfreuen sich ebenso wie die eigentlichen Sielarbeiter einer guten Gesundheit. Man sollte erwarten, dass Infectionen bei diesen Leuten häufig vorkämen, aber gerade das Gegentheil ist der Fall; noch niemals haben Infectionen mit Sicherheit auf Rieselanlagen oder Rieselwässer zurückgeführt werden können. Entweder werden die pathogenen Bacterien von den zahlreichen Saprophyten rasch überwuchert und sterben baldigst ab, oder ihre Vertheilung im Wasser ist eine sehr grosse, so dass sich selten die zu einer Infection erforderliche Zahl zusammenfindet. In hygienischer Hinsicht übertrifft die Rieselanlage alle anderen Reinigungsverfahren.

Die bacteriologische Untersuchung erweist, dass das Drainwasser viele Bacterien (zwischen 10000 und 100000 im ccm) enthält; die physikalische Untersuchung ergiebt seine völlige Geruchlosigkeit und Klarheit; die chemische Untersuchung weist nach, dass bei keiner andern Methode das Ammoniak und die organischen gelösten Substanzen so gut zerlegt bezw. zurückgehalten werden, als bei dieser; trotzdem enthält jedoch das Drainwasser noch so viel organische und anorganische Nährstoffe, dass als Vorfluth dienende kleine und mittlere Wasserläufe einen oft lästigen Pflanzenwuchs und unangenehm werdende Pilz- und Algenwucherungen zeigen, unter welchen der Leptomitus, die Beggiatoa sowie Diatomeen im Verein mit Oscillarien die hervorragendsten sind. **Das Drainwasser.**

Ist kein zum Rieseln geeigneter Boden in genügender Grösse und in erreichbarer Nähe vorhanden, dann müssen die Städte versuchen, durch

3) Die Klärung

ihre Abwässer vor dem Einleiten in die Flüsse zu reinigen, und die in ihnen enthaltenen pathogenen Mikroorganismen abzutödten.

α) Die mechanische Klärung. Die einfachste Methode, Abwässer von den organisirten Substazen einschliesslich eines Theiles der Bacterien zu befreien ist die, das Wasser sedimentiren zu lassen. Das geschieht meistens dadurch, dass man den **Sedimentirung.**

Querschnitt, in welchem das Wasser fliesst, erheblich vergrössert, sodass die Schnelligkeit nicht wesentlich mehr als etwa 5 mm in der Secunde beträgt; hierbei fallen bei ausreichender Beckenlänge bis zu 80 $^0/_0$ der Sink- und Schwebestoffe aus, die sich als dünner Schlamm am Boden ablagern und in Schlammteiche abgepumpt werden, wo sie allmählich stichfest werden, um dann als Dünger Verwendung zu finden. Man kann die Entfernung der Schwebestoffe dadurch fördern, dass mittelst besonders construirter Rechen die gröberen bis mittelfeinen Schwimm- und Schwebestoffe aus dem Wasser entfernt werden (Riensch).

Die Klärbecken, über deren Einrichtung und Betrieb später die Rede ist, nehmen einen grossen Raum ein und sind in der Anlage theuer; man kommt auf kleinerem Raum und billiger zu dem gleichen Resultat, wenn man das Schmutzwasser von unten her in Brunnen treten und dann langsam noch oben hin durchfliessen lässt. Dabei bildet sich aus den schwereren Stoffen in dem unteren Theil des Brunnens eine Schlammschicht, durch welche das Wasser hindurchfiltrirt, wobei es auch die feinen Schwebestoffe abgiebt. Eine solche Einrichtung haben wir in dem später zu beschreibenden Verfahren von Rothe.

Chemische Klärmittel. 1) Desinfection.

β) Die chemische Klärung, zugleich mit Desinfection lässt sich erreichen durch Zusatz von Chemikalien zum Abwasser.

Das zur Zeit für beide Zwecke allein brauchbare Desinficiens ist der Aetzkalk, welcher auch bei den meisten Klärverfahren zur Anwendung kommt. Cholera- und Typhusbacillen sterben in einer Aetzkalklösung von 1 $^0/_{00}$ in 2 Stunden ab; aber nicht alle Bacterien sind so wenig widerstandsfähig, und eine grössere Zahl von Saprophyten bleibt lebendig; man kann also die Einwirkung des Aetzkalkes dann als genügend ansehen, wenn zu irgend einer Zeit des Verfahrens das Wasser keimarm ist. Ob im Abwasser enthaltene Erreger anderer Krankheiten, insonderlich die der exanthematischen, durch das angegebene Verfahren unschädlich gemacht werden, ist noch eine offene Frage.

2) Fällung der schwebenden Theilchen.

Ein ausgiebiger Reinigungserfolg lässt sich erzielen, wenn dem Wasser Präparate zugesetzt werden, welche voluminöse, schwere Niederschläge bilden. Bei ihrer Entstehung werden die suspendirten Theilchen gefasst und mit zu Boden gezogen. Schon durch die Umwandlung des Aetzkalks in kohlensauren Kalk wird ein Niederschlag hervorgerufen, welcher allerdings wenig compact ist; gewöhnlich werden daher stärker wirkende Chemikalien, in erster Linie Aluminiumsulfat oder Eisensulfat bezw.

lösliche Kieselsäure, zusammen mit Aetzkalk verwendet. Es entsteht eine Fällung von Thonerdehydrat bezw. Eisenoxydhydrat und Gips bezw. Calciumsilikat und Calciumaluminiumsilikat; diese Mittel sollen erst zugesetzt werden, wenn der Kalk seine desinficirende Wirkung grösstentheils ausgeübt hat. Die nicht getödteten Bacterien können dann immer noch von den Niederschlägen gefasst und entfernt werden. Soll nur geklärt werden, so lässt man den Kalk fort.

3) Einwirkung auf gelöste Substanzen.

Kann man auf diese oder ähnliche Weise die meisten Bacterien und suspendirten Partikel aus dem Wasser fortnehmen, so ist dagegen die Einwirkung auf die gelösten Bestandtheile gering. Je nach der Art der zugesetzten Mittel wird die eine oder andere Verbindung ausgefällt, aber der grössere Theil der anorganischen und fast die gesammte organische Substanz bleibt im Wasser zurück und geht unter günstigen Bedingungen in Fäulniss über. Der Zusatz von Aetzkalk bewirkt meistens durch Angriff der organisirten Partikel eine Vermehrung der gelösten organischen Substanz.

4) Das geklärte Wasser.

Solange noch Aetzkalk vorhanden ist, bleibt in dem geklärten Wasser die Fäulniss aus; wird jedoch der Aetzkalk in den Wasserläufen in kohlensauren Kalk verwandelt, so kann, wenn nicht die Verdünnung hindernd einwirkt, Fäulniss um so eher eintreten, als der niedergeschlagene Kalkschlamm leicht alkalisch reagirt, wodurch die in ihm enthaltenen organisirten und organischen Stoffe der Zerlegung durch die Bacterien in höherem Masse ausgesetzt sind. Die Fischzucht wird durch den überschüssigen Kalk gleichfalls geschädigt, insofern als der kohlensaure Kalk sich auf den Kiemen der Thiere niederschlägt und ihren Tod veranlasst.

5) Schlamm.

Lästig ist der bei den Kläranlagen entstehende Kalkschlamm, welcher frisch über 90 % Wasser enthält; die Landwirthe nehmen ihn nicht gern wegen des sehr geringen Dungwerthes, er bleibt liegen und sammelt sich in grossen Massen an. Man hat mit einigem Erfolg versucht, den Schlamm in Filterpressen zu condensiren, oder ihn mit Lehm versetzt zu hydraulischem Mörtel zu brennen; auch versucht man durch Einleitung von kohlensäurereichen Rauchgasen in das desinficirte Schmutzwasser alles Calciumhydroxyd in kohlensauren Kalk rasch umzusetzen und den Niederschlag durch Brennen wieder in Calciumoxyd zu verwandeln, zu neuer Klärung; vorläufig ist jedoch der Schlamm durch seine Massenhaftigkeit und üblen Gerüche noch eine grosse Plage der Kläranlagen.

Wegen der Schlammanhäufung und der im geklärten Wasser entstehenden Niederschläge setzt man so wenig Kalk, überhaupt so wenig Chemikalien als möglich zu und verbindet mit der geringen chemischen Fällung eine möglichst ausgiebige

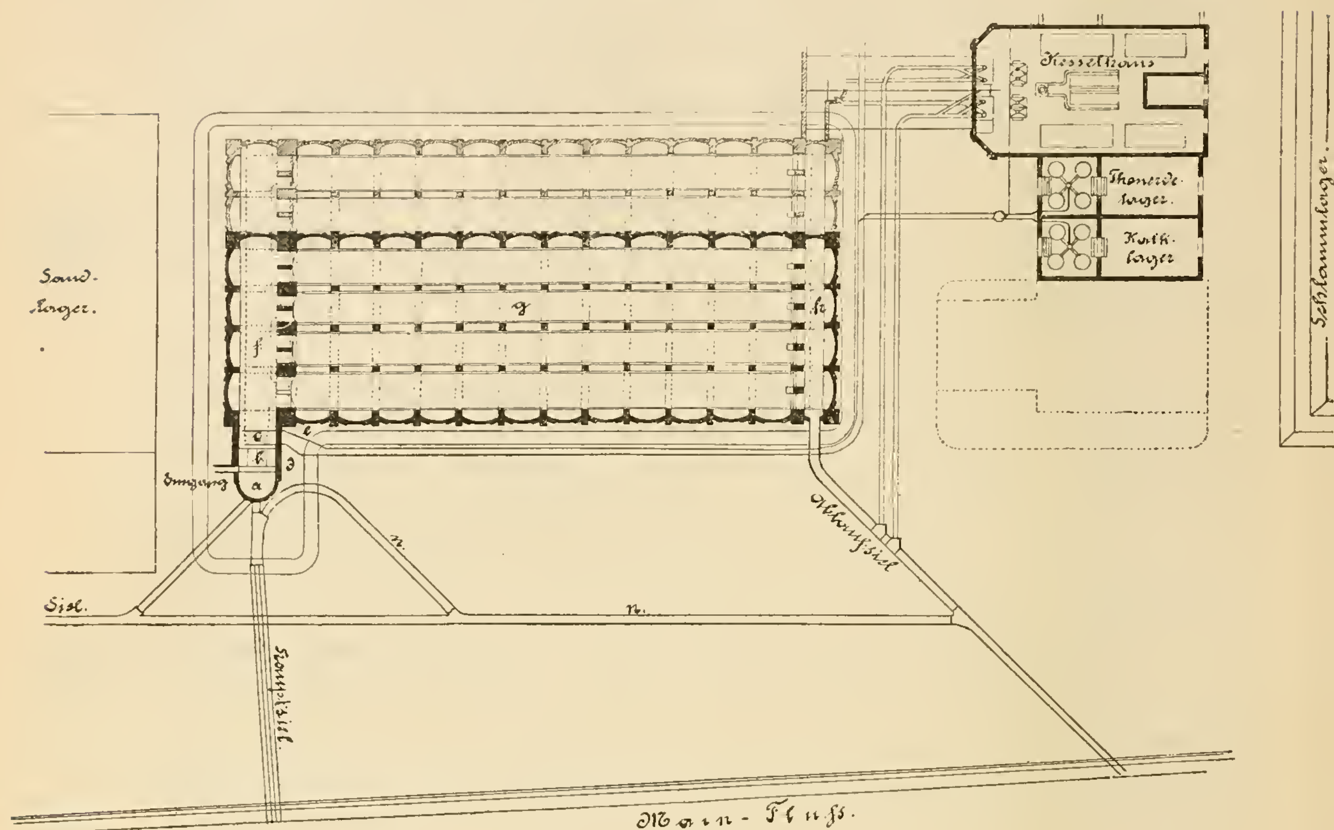


Fig. 123. Klärbeckenanlage in Frankfurt a. M.
a Sandfang; b Siebe; c Mischraum; d Kalkzulauf; e Thonerdezulauf; f Zuleitungsgallerie; g Klärbecken (die beiden oberen Becken sind nicht ausgebaut); h Ableitungsgallerie; n Nothauslässe.

6) Typen der Kläranlagen. Sedimentirung in den Kläranlagen, unter denen man 2 Haupttypen, die Becken und die Brunnen unterscheidet.

In jedem Falle werden in besonderen Sandfängen die schweren Theile zurückgehalten und die leichten, groben, schwimmenden Theile durch eingehängte Siebe entfernt; diesen Räumen schliessen sich die Mischkammern an, in welchen selbstthätig, je nach der Wassermenge verschieden grosse Mengen von Kalk, schwefelsaurer Thonerde oder anderen Chemikalien dem Schmutzwasser zugesetzt werden. Das so beschickte Wasser fliesst in die Zuleitungsgallerie und von dort in die eigentliche Kläranlage.

Klärbecken. Als Muster einer Beckenanlage sei die Frankfurter gewählt. Jedes der vier Becken derselben fasst 1100 cbm, ist 83,4 m lang, 6 m breit, am Einlauf 2, am Auslauf 3 m tief. Das Wasser fliesst mit ca. 4 mm Geschwindigkeit in der Secunde; es wird

durch breite, schmale Schlitze, je nach der Temperatur bald oben, bald unten abgelassen. Auf dem Wege durch die Bassins combinirt sich die Wirkung der relativen Ruhe und der Chemikalien zu dem fast völligen Ausfällen aller suspendirten Bestandtheile.

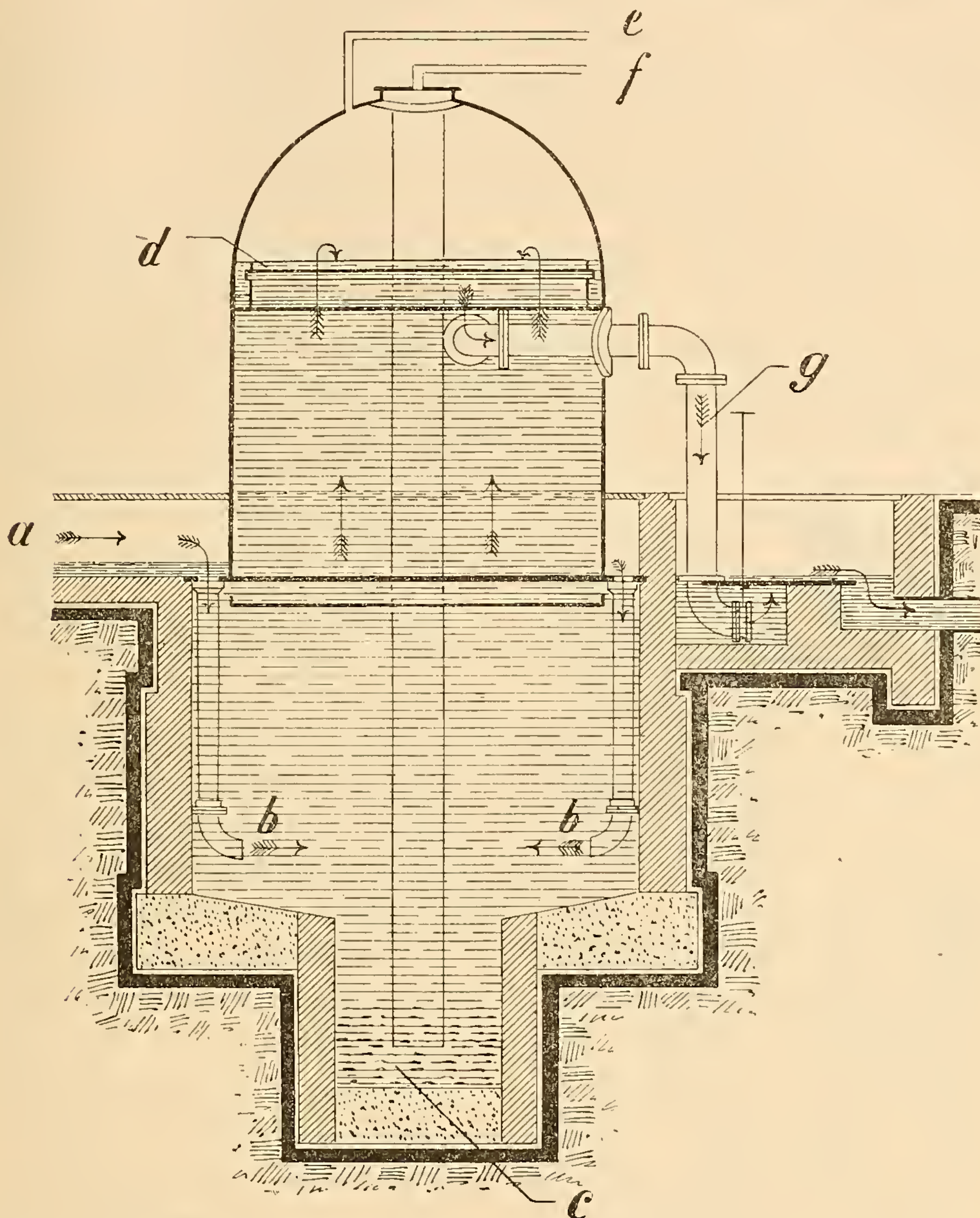


Fig. 124. System von Rothe. Klärbrunnen.
a Schmutzwasserzulauf; b Schmutzwasservertheilungsrohre; c Schlammsenke, welche von f aus leergepumpt wird; d Rohrsysteme zur Aufnahme des geklärten Wassers, welches durch g abfliesst; e Luftpumpe.

Das geklärte Wasser ergiesst sich in den Main. Soll ein Bassin von dem abgelagerten Schlamm befreit werden, so lässt man das Wasser, nachdem der Zufluss verschlossen, langsam ab und entfernt zuletzt den Schlamm mit einer Pumpe.

Bei den Brunnenanlagen tritt das Schmutzwasser nach Zu- Klär-brunnen.

satz der Chemikalien unten in die Brunnen ein und steigt mit einer Schnelligkeit, die geringer sein muss als die Ausfallgeschwindigkeit der meisten suspendirten Stoffe nach oben. Auf diesem Wege sinken die schwereren Schwebestoffe und die voluminösen, durch die Chemikalien erzeugten Niederschläge zu Boden, wobei sie die feineren und leichteren suspendirten Substanzen mit nach unten nehmen. Um eine volle Wirkung zu erzielen, müssen die Brunnen tief (7—10 m) sein, oder man muss mehrere Brunnen hintereinander benutzen.

System Rothe.

Den durch die Tiefe der Brunnen entstandenen Schwierigkeiten ist Rothe durch ein sinnreiches Verfahren aus dem Wege gegangen (Fig. 124 u. 125). Derselbe baut Brunnen und stülpt in diese unten offene, luftdichte Eisencylinder hinein von etwa 8 m Höhe und 4—5 m Durchmesser. Die Cylinder können durch eine Pumpe luftleer gemacht werden. Das Schmutzwasser tritt im unteren Drittel in den Brunnen ein, füllt ihn, wird durch die Luftpumpe hochgesogen und fliesst oben durch ein Rohr ab, dessen Mündung tiefer liegt als das Niveau des Schmutzwassers im Brunnen. Hiermit ist die Heberwirkung gesichert. Dem Schmutzwasser wird vor seinem Eintritt Kalk und Aluminiumsulfat zugesetzt. Der so entstehende voluminöse Schlamm schliesst die Suspensa ein und bildet für das nachrückende Schmutzwasser ein vorzügliches Filter. Die dort nicht abgefangenen Sinkstoffe gehen im weiteren Verlauf des Steigens um so leichter zu Boden, als sie in Folge des negativen Luftdruckes von event. anhängenden Luftbläschen befreit werden. Der in den Conus niedergesunkene Schlamm wird mit einer Pumpe entleert.

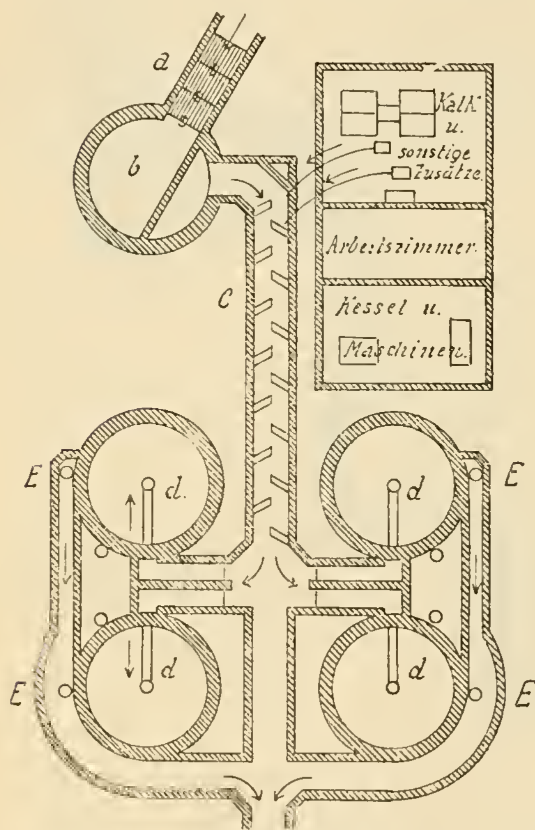


Fig. 125. System von Rothe. Gesammtanlage mit vier Brunnen in der Stadt Essen.

Fig. 125 stellt die Gesammtanlage dar. Bei a fliesst das Schmutzwasser zu und wird dort durch eingehängte Siebe von den leichten, durch den Sandfang b mit Ueberlauf von den

schweren suspendirten Stoffen gereinigt. Nach Zusatz der Chemikalien tritt eine innige Mischung ein in dem mit Hindernissen besetzten Kanal c. Durch die Einlaufrohre d wird das Wasser unten in die Brunnen geleitet und fliesst geklärt bei e ab.

Die Grenzen der Wirkung.

Beide Arten von Anlagen vermögen ein Wasser zu liefern, welches, mit genügenden Mengen von Chemikalien versetzt, unter Aufwendung einer für das Sedimentiren hinreichenden Zeit 70—90 % seines Bacteriengehaltes, 90 % seiner suspendirten Substanzen und seine gesammte Phosphorsäure abgegeben hat. Dahingegen werden die gelöste organische faulfähige Substanz, die Ammoniak- und Kaliverbindungen nicht vermindert, die erste sogar oft vermehrt.

Braunkohleverfahren.

In den letzten Jahren ist es anscheinend gelungen, durch Zusatz von feingemahlener Braunkohle (Degener) zu dem Schmutzwasser in den Rothe'schen Brunnenthürmen ausser der suspendirten, bis zu 70 % der gelösten organischen Substanz fortzunehmen. Das wäre ein grosser Erfolg, auch insofern, als der entstehende Schlamm zu Presstorf verarbeitet und verbrannt werden kann.

Electrische Verfahren.

γ) Die electrischen Reinigungsverfahren haben bis jetzt noch wenig Erfolg aufzuweisen gehabt. Nach Webster wirkt der electrische Strom unter Anwendung von Eisenplatten auf das mit Chloriden versetzte Abwasser, wobei das in Freiheit gesetzte Chlor Ferrochlorid und weiter Ferrohydroxyd bildet, welches besser die Schmutzstoffe ausfällt; es ist also ein rein chemisches Verfahren, wobei das fällende Mittel nicht in Substanz zugesetzt, sondern electrisch erzeugt wird. Nach Hermite dienen Kohle und Zinkplatten als Electroden; das entstehende Chlor wirkt als solches oder als unterchlorige Säure desinficirend und desodorisirend.

Oxydationsverfahren.

δ) Die biologische Klärung. Während bei der mechanischen und chemischen Reinigung die gelöste organische Substanz nicht mitgefasst wird, fällt dieselbe nebst dem grössten Theil der feinen Schwebestoffe der Mineralisirung anheim bei dem Fäulniss- und Oxydationsverfahren. (Alex Müller, Dibdin, Schweder.) Man lässt das Wasser in einen weiten Behälter laufen, in welchem noch ein Rest faulenden Wassers vorhanden ist. In diesem gleichmässig temperirten Raum gehen lebhafte Reductionsprocesse schon in dem Verlaufe weniger Stunden vor sich; dann wird die faulende Jauche, indem sie in feinen Strahlen durch die Luft fällt, mit Sauerstoff versehen, und in grosse, mit Schlacken und Kies gefüllte Becken, sog. Filter, ge-

lassen, in welchen durch Bacterienwirkung bei Anwesenheit von freiem Sauerstoff die Umbildung der organischen Substanz des Ammoniaks und der salpetrigen Säure in Salpetersäure stattfindet. Hat die Jauche dort einige Stunden gestanden, so fliesst sie nach dem Oeffnen eines Ventils als klare, geruchlose Flüssigkeit aus den unten eingelegten Drainröhren ab. Die Filter bleiben dann mehrere Stunden behufs Luftzutrittes (Regeneration) leer stehen.

Nach weiteren Beobachtungen erhält man fast gleich gute Resultate ohne vorherige Benutzung des Faulraumes durch die „Filter" allein.

Ferrozone-Polarite-verfahren.

Von England her ist kürzlich ein auf denselben Principien beruhendes Verfahren zu uns herübergekommen, wonach durch 1 Kilo Ferrozone (schwefelsaures Eisenoxyd und schwefelsaure Thonerde) auf 5—10 cbm Abwasser in etwa 4 Stunden eine gute Klärung eintreten soll. Das geklärte Wasser kommt dann auf Filter von Sand und Polarite (Eisenoxyd) und soll dort oxydirt werden. Die Oxydation ist wohl nur auf die Bacterienwirkung und den freien Sauerstoff, nicht aber auf den gebundenen Sauerstoff der Polarite zurückzuführen. Nach 4 wöchentlichem Betrieb bleiben die Filter 1 Woche unbenutzt zur Regenerirung.

Bei der Sedimentirung und dem biologischen Verfahren wird auf die Krankheitserreger keine Rücksicht genommen. Will man die Gefahr vermeiden, so ist die obligatorische sofortige Desinfection der Abgänge infectiöser Erkrankter erforderlich, und ausserdem ist eine Einrichtung zu treffen, dass zu Epidemiezeiten das ganze Abwasser desinficirt werden kann.

Litteratur. Brix, Hyg.-Tech. Massnahmen z. Verhütung und Verbreitung von ansteckenden Krankheiten; in Behring, Bekämpfung der Infectionskrankheiten 1894. — Blasius u. Büsing, Gerson, Vogel, Weyl. Die Städtereinigung. Richter, Strassenhygiene; in Weyls Handbuch 1894. — Meyer u. Reincke, Beseitigung städtischer Abfallstoffe, u. Frühling, Technische Einrichtungen, in D. V. f. öff. Gesundheitspflege Bd. 27. — Frühling, Entwässerung der Städte; in Handbuch der Ingenieurwissenschaften Bd. III. 1893. — Vogel, Die Verwerthung der städtischen Abfallstoffe, Berlin 1896. — Gärtner, Herzberg, Die gesonderte Abführung der Meteorwässer; D. V. f. öff. Gesundheitspflege 1897.

Das Leichenwesen.

I. Die durch unbeerdigte Leichen entstehenden Gefahren. Die Leichenhallen, die Leichenschau.

Infectionsgefahr.

Durch die Leiche eines an infectiöser Krankheit Verstorbenen entstehen gewisse Gefahren für die Umgebung.

Die Leidtragenden können sich in den Räumen, welche der Kranke bewohnt hat, oder wo er gestorben ist, bezw. wohin er nach seinem Tode gebracht wurde, durch abgelagerte Krankheitskeime inficiren, um so mehr, wenn dort Erfrischungen und Nahrungsmittel eingenommen werden. Von der Leiche lösen sich pathogene Keime nicht ab, es sei denn, dass sie berührt oder umgelagert wird, oder dass keimhaltige Flüssigkeit aus den Körperhöhlen hervordringt. Die Infectionsgefahr wird um so geringer, je rascher die Leiche aus dem Hause entfernt, und die inficirte Räumlichkeit desinficirt wird.

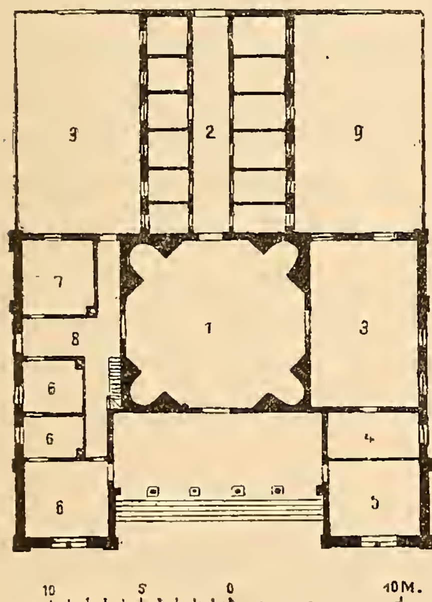


Fig. 126. Leichenhalle zu Erfurt. 1 Versammlungssaal; 2 Flur mit 12 Leichenzellen; 3 Leichensaal; 4 Leichenträger; 5 Zimmer des Geistlichen; 6 Wärterwohnung; 7 Secirzimmer; 8 Flur; 9 Höfe.

Leichenhallen.

Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, auf den Friedhöfen Leichenhäuser zu errichten, wohin die an Infectionskrankheiten Gestorbenen bald nach dem Tode geschafft werden müssen, die übrigen Leichen geschafft werden können. Der Transport soll statthaben durch eine Desinfectionscolonne, d. h. Leute, von denen zwei den Todten zur Leichenhalle schaffen, während zwei andere gleich an Ort und Stelle die vorschriftsmässige Desinfection der Räume und

Desinfections-colenne. Utensilien vornehmen. Gerade für die ärmere Bevölkerung, welche beschränkt wohnt und daher am meisten von den ansteckenden Krankheiten heimgesucht wird, sind die erwähnten Einrichtungen sehr wohlthätig. Selbst die kleinste Gemeinde sollte ihr Leichenhaus haben, welches nur aus einem grösseren Zimmer und einer Todtenkammer zu bestehen braucht. Grosse Gemeinden werden selbstverständlich mehr Raum gewähren. Siehe die Abbildung 126. Die Leichenräume müssen gut zu lüften, vor dem Zutritt von Insecten möglichst geschützt, mit leicht zu reinigenden, sicher zu desinficirenden Wänden, Fussböden und Geräthen versehen und kühl zu halten sein.

Wo Leichenhallen nicht existiren, soll bei infectiösen Krankheiten die Versammlung des Gefolges im Trauerhause nicht gestattet sein, eine Massnahme, wodurch zugleich die Leichenschmäuse verhindert werden.

Leichenschau. Es wäre zu wünschen, wenn allgemein die Todtenschau eingeführt würde. Sie hat den Zweck, den erfolgten Tod zu constatiren, die Ursache des Todes festzustellen, eventuelle Verbrechen aufzudecken, Auskunft zu geben über die allgemeine und die durch Infectionskrankheiten bedingte Mortalität und die Behörde in der Sorge für Verhinderung der Ausbreitung ansteckender Krankheiten durch Verstorbene, deren Kleider, Betten und Wohnungen zu unterstützen. Bis jetzt ist die allgemeine Einführung der Todtenschau an dem Kostenpunkt und dem Mangel an Aerzten in einzelnen Bezirken gescheitert. Jedenfalls ist erwünscht, dass die behandelnden Aerzte auch dort, wo sie noch nicht dazu verpflichtet sind, Leichenscheine ausstellen, die ausser den Personalien, die Art, Dauer und Aetiologie — letztere, soweit Infectionskrankheiten in Betracht kommen — der vorausgegangenen Krankheit enthalten; auch ist eine Bemerkung über die erfolgte oder erforderliche Desinfection zu machen.

II. Die Zersetzung der Leichen und dadurch bedingte gesundheitliche Schädigungen.

Zersetzung. Die Zersetzung der der Erde übergebenen Leichen wird eingeleitet durch Bacterien, welche oft schon sub finem vitae in den Kreislauf gelangen, oder sehr bald nach dem Tode vom Darm aus in die Organe eindringen, und welche obligat oder facultativ anaërob sind, da der Leichnam keinen freien Sauerstoff enthält. Unter ihnen sind die Proteusarten und ein dem Bacillus

des malignen Oedems nahestehender Organismus und das bact. coli commune die gewöhnlichsten. Man trifft sie nicht selten im Beginn der Zersetzung in Reincultur oder höchstens mit 2—3 anderen Arten gemischt. Erst später treten mehr Arten auf. Die Gasentwickelung ist anfänglich eine starke; das Gas besteht dann zu mehr als 90 % aus Wasserstoff; nach wenig Tagen jedoch überwiegt die Kohlensäurebildung erheblich; ausserdem werden Schwefelwasserstoff, Sumpfgas und Ammoniak gebildet; diese Gase entstehen durch Reductions-, die Kohlensäure auch durch Oxydationsvorgänge. Nach der Sprengung oder Lockerung der Cutis beginnen die aëroben Bacterien an der Zersetzung sich zu betheiligen. Die Schimmelbildung hat bei der Leichenfäulniss wenig Einfluss, während Insecten oft in grossem Massstabe mitwirken; dahingegen betheiligen sich die Schimmel anscheinend mehr an den später entstehenden Verwesungsvorgängen.

Zersetzungsdauer.

Die Schnelligkeit des Fäulniss- oder Verwesungsprocesses hängt ab: 1) von der Höhe der Temperatur; je grösser diese, desto rascher jene; 2) von der Durchlüftung; durch Zuführung von Sauerstoff wird den aëroben Mikroorganismen die Existenz ermöglicht, und durch Abführung der reichlich entstandenen Kohlensäure ein das Wachsthum der Bacterien hemmender Factor beseitigt; ausserdem wird Wasser entfernt und durch die Eintrocknung und die Sauerstoffzufuhr der Fäulnissprocess (Reductionsvorgänge) in einen Verwesungsprocess (Oxydationsvorgänge) umgewandelt; die stinkende Fäulniss erstreckt sich gewöhnlich nur über einige Monate; 3) von der Feuchtigkeit; geringe und mittlere Feuchtigkeit wirkt begünstigend auf den Verlauf des Vorganges ein. Liegt die Leiche im Wasser, so wird die Zersetzung eingeschränkt, um dann, wenn die Leiche trocken fällt, mit um so grösserer Intensität zu verlaufen.

In lockerem, sandigem, kalkhaltigem Boden genügen meistens 4—5 Jahre zur vollständigen Zerstörung der Weichtheile einer Kinderleiche, 7—9 Jahre zu der eines Erwachsenen, jedoch kommen vielfach Ausnahmen vor, und in kaltem, lehmigem Boden kann die völlige Zersetzung bis 30 Jahre beanspruchen. Aus diesem Grunde lässt sich eine allgemein gültige Vorschrift über die bis zur Neubelegung einer Grabstelle erforderliche Zeit nicht aufstellen. Der Wiederbelegungsturnus muss vielmehr durch Ausgrabungen festgestellt werden.

Wenn die Leichen grosser Trockenheit oder gleichmässiger Kühle bei regem Luftwechsel ausgesetzt sind, so tritt Mumifi-

cation ein. Liegen die Leichen in fliessendem Wasser oder in Luft nicht durchlassendem, feuchtem Boden, so kommt es zur Bildung von Leichenwachs; anscheinend erleidet hierbei das Fett und zugleich die Muskulatur (Lehmann) eine Umwandlung, indem Kalkseifen, freie Fettsäuren und die Ammoniakverbindungen derselben gebildet werden.

Gesundheitliche Schädigungen und Belästigungen von Seiten der beerdigten Leichen könnten vermittelt werden:

Friedhofsboden. 1) Durch den Boden, insofern als die pathogenen Keime sich in ihm zu halten und zu vermehren und von ihm auf den Menschen überzugehen vermögen. Versuche haben jedoch gezeigt, dass das Leben der Krankheitserreger in den beerdigten Leichen ein sehr kurzes ist; spätestens in wenig Monaten ist es erloschen. Typhusbacillen halten sich drei Monate, Cholerabacillen und Pestbacillen einen Monat, Tuberkelbacillen etwa vier Monate (nach anderen Untersuchungen aber zwei Jahre) in beerdigten Leichen lebend und virulent. Ausserdem existirt anscheinend keine Möglichkeit für die Bacterien, aus der Tiefe des Grabes an die Oberfläche zu dringen. Sichere Beobachtungen über Infectionen von Friedhöfen aus liegen nicht vor.

Luft. 2) Durch die Luft. Pathogene Keime sind in der Luft der Friedhöfe nicht enthalten, da sie, wie soeben erwähnt, aus dem Boden nicht heraus können. Eine Schädigung durch Gase ist, abgesehen von ganz vereinzelten Unglücksfällen durch Anhäufung von CO_2 und H_2S in lange verschlossen gewesenen Grüften, nicht bekannt geworden. Eine Geruchsbelästigung findet bei geregeltem Betrieb, nicht zu grobporigem Boden und einiger Vorsicht im Zerkleinern der Erdschollen von sehr hartem Erdreich nicht statt; die 0,9—1,0 m Erde, welche ausser dem aufgeschütteten Grabhügel den Einzelsarg decken, genügen, um die riechenden Gase zu absorbiren. Findet eine Neubelegung des Friedhofes statt vor Beendigung der Verwesung, so erheben sich allerdings stark belästigende Gerüche, ebensolche können eintreten bei Anlage von Massengräbern. Bei letzteren ist die Aufschüttung eines breiten und hohen Grabhügels, das Einstreuen von Kalk und das Besäen mit Grassamen nothwendig.

Wasser. 3) Durch das Wasser. Man könnte sich denken, dass die Infectionserreger mit der aussickernden Flüssigkeit aus dem Sarg in den Boden und von dort durch das niedergehende Tagwasser bis zum Grundwasser vorgeschoben würden, von wo sie in Brunnen und zurück zum Menschen gelangten. Aber es dringt wenig Flüssigkeit aus dem Sarg heraus; Aufgrabungen haben

gelehrt, dass schon ganz dicht unter der Gräbersohle das Erdreich sich immer frei erwies von pathogenen Bacterien, dass bereits 0,5 m unter dem Sargboden der Keimgehalt nicht grösser ist als im unberührten Erdreich gleicher Tiefe. Ausserdem würde der Erdboden die aus dem Sarg vorgedrungenen Bacterien bald abfiltriren; und gelangten die Keime wirklich in das Grundwasser hinein, so fänden sie dort so ungünstige Verhältnisse, dass sie baldigst absterben würden. Die einzige Möglichkeit wäre, dass das Grundwasser die Gräber zeitweise überfluthete, rasch in grobporigem Boden weiter bis in die nächsten schlecht gemauerten Brunnen flösse und pathogene Bacterien mitnähme; aber dieses Vorkommniss dürfte ungemein selten sein und ist jedenfalls vermeidbar oder zu beseitigen. Giftige, gelöste Stoffe werden in sehr geringer Menge erzeugt und zerfallen rasch weiter. Die Erfahrung lehrt, dass die auf den Friedhöfen befindlichen Brunnen ein reineres Wasser zu enthalten pflegen, als die Brunnen in den Städten. Es ist das verständlich, wenn man bedenkt, dass die Leichen viel weniger fäulnissfähiges Material darstellen als die Abfallstoffe, welche in den Boden gelangen. Von 1000 Menschen sterben jährlich ungefähr 24 mit 312 kg organischer Substanz. Die in den Abfallstoffen von 1000 Menschen gelieferten organischen Stoffe wiegen pro Jahr 28 350 kg, die Leichen bilden somit etwa 1 % der gelieferten, faulfähigen Massen.

III. Die Anlage der Friedhöfe und die Feuerbestattung.

Gesundheitliche Schädigungen durch die Bestattungsplätze sind bei guter Anlage und richtiger Verwaltung nicht zu befürchten. Nichtsdestoweniger sollen die Begräbnissplätze schon aus ästhetischen Rücksichten nicht direct dichtbebauten Stadttheilen anliegen; die neue preussische Verordnung schlägt eine Entfernung von 35 m vor. Die auf oder in der Nähe der Friedhöfe und zugleich in der Richtung ihres Grundwasserstromes befindlichen Brunnen sollten tiefgehende Rohrbrunnen sein; vorhandene Kesselbrunnen sind in solche umzuwandeln, damit nur gut filtrirtes Wasser in sie hineingelangen kann. Die Grösse des Friedhofes muss so bemessen sein, dass bei einer Fläche von 4,5 qm für das Grab einschliesslich der Wege die Grablänge 2 m, die Breite 1 m, die Entfernung von anderen Gräbern 0,3 m beträgt, und dass ein Begräbnissturnus von ungefähr der

doppelten Dauer der Verwesungszeit eintreten kann. Vor der Wiederbenutzung hat eine Untersuchung stattzufinden, ob vollständige Verwesung eingetreten ist. Die Grabtiefe von der höchsten Stelle des Sargdeckels bis zur Erdoberfläche ohne Grabhügel betrage je nach der Bodenart 0,9—1,2 m. Massengräber dürfen auf Friedhöfen nicht gestattet werden; Grüfte sind thunlichst zu vermeiden; sind sie nicht zu umgehen, so müssen sie allseitig ummauert sein und Luftwechsel gestatten. Steiles Terrain, sowie Thonboden eignen sich nicht gut zur Anlage von Begräbniss-

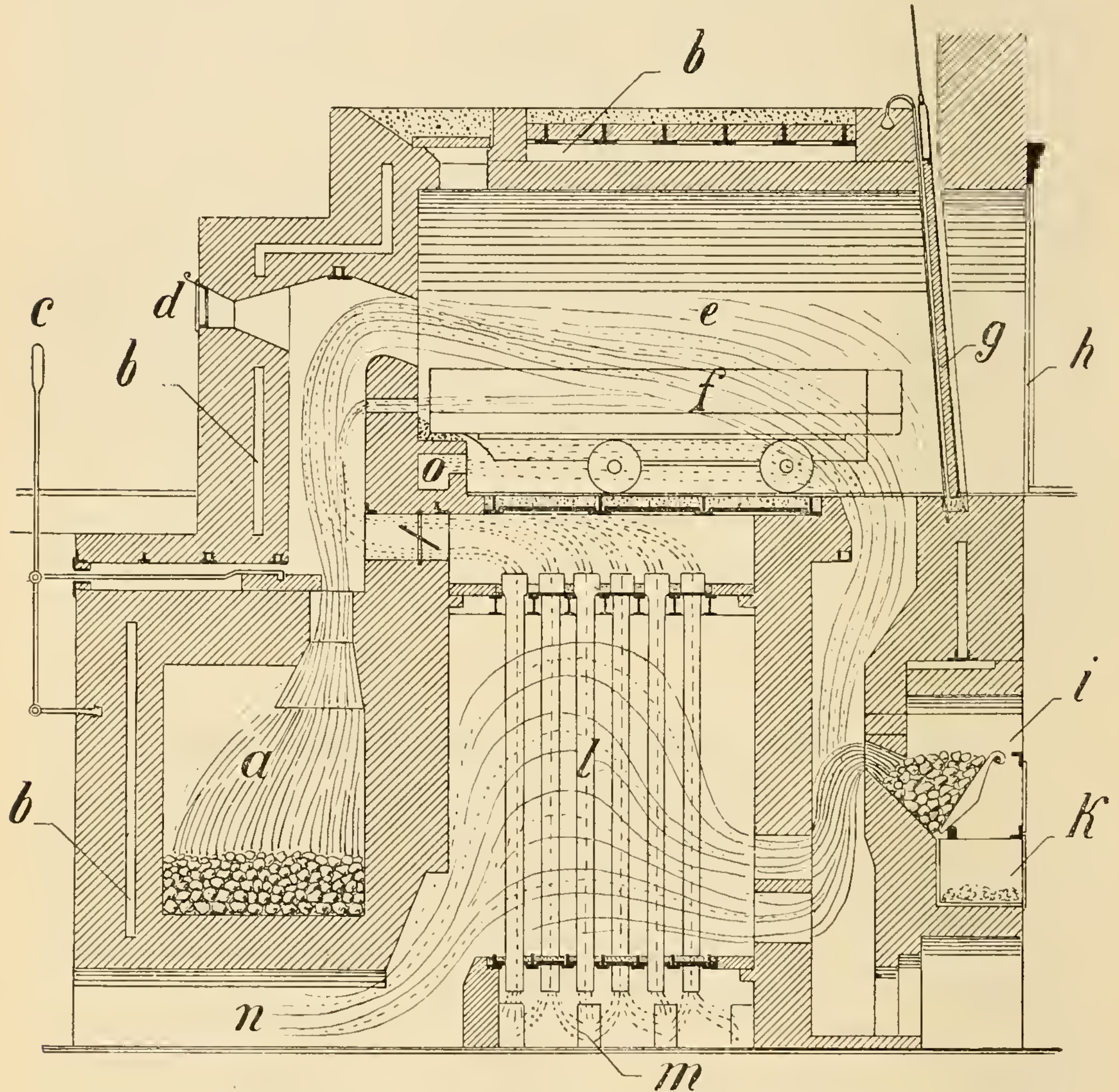


Fig. 127. Verbrennungsofen auf dem Friedhofe in Jena. System Klingenstierna. (Ausgeführt von Gebr. Beck in Offenbach.)
a Koksheizung, b ausgesparte Räume im Mauerwerk zur besseren Wärmehaltung, c Abschlussschieber, d Schauöffnung, e Verbrennungsraum, f Wagen, auf welchem der Sarg steht, g innere, h äussere Thür, i Feuerung zur vollständigen Verbrennung der Gase der Leiche, k deren Aschenfall, m Oeffnungen an der Aussenseite des Ofens, durch welche frische Luft in die Rohre l tritt; die Rohre l werden von der heissen Abluft n umspült und es tritt die frische sauerstoffhaltige Luft stark erwärmt in den Verbrennungsraum ein, n Abzug in den Schornstein, o Oeffnung, durch welche kühle Luft unter den mit Sanddichtung nach oben hin abgeschlossenen Wagen tritt.

stätten; der Boden sei eben, durchlässig, trocken und lufthaltig. Die Grabsohle liege über der höchsten Grundwasserlinie; sind Ueberfluthungen zu fürchten, so werde durch Drainirung oder durch Aufschüttung eine absolute oder relative Niedrigerlegung des Grundwassers bewirkt. Oberflächlich andrängendes Wasser ist durch Dämme u. s. w. abzuweisen.

Die Feuerbestattung. In den letzten Jahrzehnten hat man die Feuerbestattung wieder einzuführen gesucht und dafür Propaganda gemacht, indem man sagte, dass durch sie alle gesundheitlichen Schädigungen der gewöhnlichen Bestattungsart beseitigt würden. Da letztere, wie gezeigt ist, nicht bestehen oder sich vermeiden lassen, so hat die Hygiene als solche an der Feuerbestattung zur Zeit kein actives Interesse; sie hat aber andererseits keinen Grund, sich derselben unfreundlich gegenüber zu stellen; ästhetischer ist die Verbrennung jedenfalls als die Zersetzung im Grabe.

Das Princip bei den verschiedenen Verbrennungsöfen ist ungefähr das gleiche. Die Leiche wird in einem leichten Holz- oder Zinksarg in den aus feuerfesten (Chamotte-) Steinen aufgebauten Raum gestellt, welcher schon vorher stark erhitzt worden ist. Nach Schluss der Thür lässt man die in der Hauptsache aus Kohlenoxyd bestehenden 800—1200° heissen Gase einer Koksfeuerung mit möglichst stark vorgewärmter Luft gemischt die Leiche umspielen, der Sarg verbrennt sofort, die Leiche trocknet oberflächlich aus, und die trocknen Theile gerathen in das Glühen. Am schwersten verbrennen die Organe der Bauchhöhle. In 2 bis 3 Stunden ist von der Leiche nichts als ein paar Kilo weisser Asche zurückgeblieben, die gesammelt und in einer Urne beigesetzt wird.

Für das ganze deutsche Reich gilt das Gesetz betr. Beurkundung des Personenstandes vom 6. Februar 1875, wonach jeder Sterbefall spätestens am nächstfolgenden Wochentage dem Standesbeamten anzuzeigen ist, und wonach eine Beerdigung vor Eintragung in die Sterberegister nicht stattfinden darf. Die Einzelstaaten bezw. Städte und Bezirke haben besondere Vorschriften, welche sich auf den Betrieb und die Anlagen der Friedhöfe beziehen. **Gesetzliche Bestimmungen.**

Sehr gute Normen enthält der Erlass des preussischen Ministers der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten vom 20. Januar 1892, dem wir in unseren Ausführungen in der Hauptsache gefolgt sind. Ebenso existiren Bestimmungen über die Exhumirungen und die Leichentransporte. Nach der Verkehrsordnung für die Eisenbahnen Deutschlands vom 15. November 1892 (§ 42) muss der Transport einer Leiche 6 bezw.

12 Stunden vorher angemeldet werden, die Leiche muss in einem luftdichten Metallsarg mit Holzumhüllung eingeschlossen sein. Der Transport erfolgt in einem geschlossenen Güterwagen, ein Begleiter und ein Leichenpass sind erforderlich. Ueber die Ausstellung des letzteren giebt die Bekanntmachung vom 14. December 1887 betr. Abänderungen im Betriebsreglement für die Eisenbahnen Deutschlands, die nöthige Auskunft; hier sei nur erwähnt, dass der Transport einer Person, die an Pocken, Scharlach, Flecktyphus, Diphtherie, Cholera, Gelbfieber oder Pest gestorben ist, erst ein Jahr nach dem Tode stattfinden darf, und der Sargboden fünf cm hoch mit hygroskopischen Körpern (Torfmull, Sägespänen), die mit 5% Carbollösung zu besprengen sind, bedeckt sein muss. — Während des Herrschens von Epidemien dürfen Leichen nicht in andere Orte übergeführt werden.

Litteratur. Verhandlungen der wissenschaftlichen Deputation f. d. Medicinalwesen. Sitzung vom 29. Octbr. — 1. Nov. 1890. Erlass des preuss. Min. der geistlichen, Unterrichts- und Med.-Angelegenheiten vom 20. Januar 1892. Wernich, Leichenwesen einschliesslich der Feuerbestattung in Weyls Handbuch II. Bd.

Die Schulhygiene.

Die Schule hat die Pflicht, über der geistigen Ausbildung ihrer Zöglinge die Sorge um das körperliche Wohl nicht zu vernachlässigen. Sie muss den Schüler nicht allein vor gesundheitlichen Schädigungen schützen, sie muss auch auf möglichste Förderung seiner körperlichen Entwickelung bedacht sein.

I. Die Infectionskrankheiten.

Durch das enge Zusammenleben und den innigen Verkehr in der Schule wird die Vermittelung von Infectionskrankheiten ungemein begünstigt. Um Ansteckungen vorzubeugen, besitzt die Schule vier Mittel:

1) Den Ausschluss des erkrankten Individuums.

2) Den Ausschluss der Geschwister des Erkrankten.

Die Frage, ob durch Geschwister Krankheitskeime übertragen werden können, muss bejaht werden, obschon die Statistik keine entscheidende Antwort giebt, denn

a) können die Geschwister sich bereits im stad. incubationis befinden, also schon infectionstüchtig sein,

b) vertragen die meisten pathogenen Bacterien den Aufenthalt ausserhalb des Körpers, können also verschleppt und auf Dritte übertragen werden.

Selbstverständlich sind bei dem Ausschluss die Art der Krankheit und das Lebensalter massgebend. Fast in allen Staaten erfolgt der Ausschluss bei Cholera, Ruhr, Scharlach, Diphtherie, Pocken, Cerebrospinalmeningitis, Unterleibs-, Fleck- und Rückfallstyphus, contagiöser Augenentzündung, Keuchhusten und meistens auch bei Masern und Rötheln.

3) Den Klassenschluss. Auch dieser richtet sich nach Krankheit und Schulklasse. Der Schulschluss ist ein zweischneidiges Schwert. Die Kinder, denen der Schulgang versagt ist, treffen sich leicht an anderen Orten, auf der Strasse, den Spielplätzen etc. Wenn man derartige Zusammenkünfte nicht verhindern kann, ist es oft richtiger, den Schulbesuch nicht zu

unterbrechen. Andererseits bildet die Isolirung das beste Mittel, um ein Kind vor Infection zu schützen. Da ein gesetzlicher „Schulzwang" besteht, so verlangen die Hygiene und die Gerechtigkeit, wenn bei ansteckenden Krankheiten Schulschluss nicht beliebt wird, dass die Behörde den Eltern von der bestehenden Krankheit Kenntniss giebt und ihnen die Erlaubniss gewährt, die Kinder zu Hause zu halten. In dem noch gültigen preus. Regulativ vom 8. 8. 1835 heisst es daher auch: „Hinsichtlich der Schule sollen zwar die gesetzlichen Bestimmungen, die den Schulbesuch befehlen, in keiner Weise zur strengen Anwendung kommen, jedoch soll auch die gänzliche Schliessung der Schule nicht ohne dringende Noth erfolgen u. s. w." — Hier wird also bei der Collision der Pflichten ein Compromiss geschlossen, womit die Hygiene sich einverstanden erklären kann.

Alle Staaten haben Verfügungen über den Schulschluss erlassen.

In vieler Beziehung mustergültig ist der Erlass des preussischen Ministers vom 14. 7. 84, wonach bei den vorhin genannten Krankheiten die Erkrankten und ihre Geschwister von der Schule fern zu halten sind. Die Wiederzulassung erfolgt entweder auf ärztliches Zeugniss des Inhalts, dass eine Infectionsgefahr nicht mehr zu befürchten sei, oder wenn die für den Verlauf der Krankheit als Regel geltende Zeit abgelaufen ist. Als normale Krankheitsdauer gelten bei Pocken und Scharlach 6, bei Rötheln und Masern 4 Wochen. Die genesenen Kinder sind zum Schulbesuch und Verkehr überhaupt erst zuzulassen, wenn sie im warmen Bade gründlich mit Seife abgewaschen und nachher mit reinen bez. desinficirten Kleidern versehen sind. Aus Internaten sind die Zöglinge nur dann in die Heimath zu entlassen, wenn ärztlicherseits attestirt wird, dass die Gefahr einer Uebertragung nicht mehr besteht. Beim Herannahen der erwähnten Seuchen ist der Reinhaltung der Schule und ihrer Utensilien besondere Sorgfalt zuzuwenden. Ueber Schliessung der Schulen befindet die Behörde unter Zuziehung des beamteten Arztes; vor der Wiedereröffnung hat eine ausgiebige Reinigung und Desinfection zu erfolgen.

Bevor ein an Diphtherie erkrankt gewesenes Kind zur Schule zugelassen werden darf, sollte eigentlich der bacteriologische Nachweis gefordert werden, dass keine virulenten Diphtheriebacillen mehr in Nase und Rachen vorhanden sind.

4) Die Desinfection. Diese wird nach den allgemein gültigen Regeln vorgenommen. Siehe das Kap. Desinfection.

II. Die Schulkrankheiten.

Weitere gesundheitliche Schädigungen können entstehen durch die Einwirkungen der Schule und des Lernens auf die Kinder. Zu diesen sog. „Schulkrankheiten“, welche ätiologisch den Gewerbekrankheiten an die Seite zu stellen sind, gehören:

1) Ernährungsstörungen. Sie treten meistens in der ersten Zeit des Schulbesuches auf. Veranlassung ist die ungewohnte, sitzende Lebensweise in überfüllten Zimmern, verbunden mit der ungewohnten und daher starken geistigen Anstrengung. Die zeitweilige Entfernung aus der Schule, event. bis zum Beginn des neuen Schuljahres, ist das souveräne Mittel.

2) Kopfschmerz und Nasenbluten kommen bei Schülern häufiger vor als bei Erwachsenen. Begünstigende Momente sind schlechte, heisse Schulluft, angestrengte geistige Arbeit und venöse Stauung im Gehirn, bewirkt durch enge Bekleidung des Halses, oder Vornüberbeugen des Kopfes beim Lesen und Schreiben in unpassenden Schulbänken.

3) Verkrümmung der Wirbelsäule. Der „runde Rücken“, die Ausbiegung der Wirbelsäule nach hinten, ist in der Hauptsache bedingt durch angeborene oder erworbene Schwäche. Die Kinder haben nicht die Kraft, lange Zeit hindurch eine straffe, gerade Haltung anzunehmen, also die beim Geradesitzen erforderliche Balancirarbeit zu leisten. Gute, kräftige, oft gereichte Nahrung, vorsichtig geleitete körperliche Uebungen und gute, bequeme Subsellien sind die anzuwendenden Massnahmen.

Häufiger ist die seitliche Ausbiegung. Gewöhnlich ist die Brustwirbelsäule in der Höhe des 6.—8. Brustwirbels nach rechts convex ausgebogen, während sich die compensatorische Biegung nach links in der Lendenwirbelsäule findet; die rechte Brusthälfte ist stark und voll, die linke abgeplattet; die rechte Schulter steht etwas höher als normal; das rechte Schulterblatt steht ab, und zwar mit dem unteren Winkel nach hinten und aussen, das linke Schulterblatt liegt fest an. Eulenberg fand, dass unter 1000 Skoliosen 877 im schulpflichtigen Alter von 6 bis 14 Jahren entstanden waren.

Schlechte Schreibhaltung.

Die beschriebene Haltung gleicht zum Verwechseln der schlechten Sitzweise beim Schreiben; das Kind sitzt dabei mit dem mittleren Theil des Oberschenkels auf dem Bankrand, die linke Hand liegt an der Tischkante, die linke Schulter steht niedrig, die rechte hoch, der rechte Ellbogen ist weit ab auf den Tisch geschoben, der Kopf schief nach rechts geneigt. Das

rechte Schultergelenk bildet somit den fixen Punkt, an welchem der Oberkörper hängt, und durch Muskelwirkung wird die Rückenwirbelsäule nach rechts convex zur Schulter hingezogen. Wegen dieser Aehnlichkeit hat man die „Schulskoliose“ für eine directe „Schreibskoliose“ erklärt. Dem widerspricht jedoch, dass etwa $^3/_4$ der Skoliotischen Mädchen und nur $^1/_4$ Knaben sind.

Ursachen. Ausser dem schlechten Sitzen müssen also noch andere Ursachen vorhanden sein, und diese liegen anscheinend in Ungleichmässigkeiten des Wachsthums und der Verknöcherung der Wirbelkörper. Wo die Verknöcherung zurückgeblieben ist oder langsam vor sich geht, wie bei zart angelegten Mädchen oder schlecht genährten oder rhachitischen Kindern, da wird der Annahme nach durch den Druck, welcher bei dem schlechten Schreibsitzen die linke Seite trifft, ein Schwund der Substanz oder eine Behinderung in der Verknöcherung erzeugt. Hiernach soll die Skoliose aus mangelhafter Knochenbildung unter Einwirkung der schlechten Haltung entstehen.

Das Mittel, diesem Uebel entgegen zu treten, ist gegeben in gut construirten, bequemen Bänken und in der richtigen Haltung beim Schreiben, ferner in zweckmässig geleiteten körperlichen Uebungen und in guter, reichlicher Ernährung.

4) Die Myopie. Zuerst ist durch Herm. Cohn in überzeugender Weise nachgewiesen worden, dass die Augen der Schüler mit zunehmender Höhe der Klasse schlechter werden, und zwar hauptsächlich durch die Zunahme der Myopie. Das normale kindliche Auge ist zunächst hyperopisch, dann emmetropisch. In der Schule verschwindet allmählich die Hyperopie, und geht in Emmetropie und Myopie über.

Herm. Cohn fand:

In den Dorfschulen	1,4 %	Myopen
„ „ städtischen Elementarschulen	6,7 %	„
„ „ höheren Töchterschulen . .	7,7 %	„
„ „ Mittelschulen	10,3 %	„
„ „ Realschulen	19,7 %	„
„ „ Gymnasien	26,2 %	„

In den Klassen ergeben sich die folgenden Procentsätze für die verschiedenen Refractionszustände:

nach Erismann (Moskau)

	VIII.	VII.	VI.	V.	IV.	III.	II.	I.
Myopie . .	13,6	15,8	22,4	30,7	38,4	41,3	42,0	42,8
Hyperopie .	67,8	55,6	50,5	41,3	34,7	34,5	32,4	36,2
Emmetropie .	18,6	28,0	26,4	27,3	26,4	24,2	25,0	21,0

nach Conrad (Königsberg)

	VIII.	VII.	VI.	V.	IV.	III.	II.	I.
Myopie . .	4,3	5,5	8,7	14,4	18,6	34,0	37,4	51,7
Hyperopie .	70,0	64,7	60,9	54,3	45,9	33,8	35,3	22,9
Emmetropie .	25,0	29,8	30,2	30,6	35,3	32,0	27,3	24,6

Die Beobachtung Cohns, dass die Häufigkeit der Myopie mit der Arbeitsleistung steigt, ist von allen Seiten bestätigt worden. Die Veranlassung zu der Schulmyopie ist in den Fällen, wo Erblichkeit nicht vorliegt, in Druckwirkungen zu suchen, welche das Auge treffen und welche, nach Stilling, hauptsächlich hervortreten sollen bei zu niedrigem Bau der Augenhöhle (Chamaekonchie). Mag nun der Druck entstehen durch Accomodation für die Nähe, insbesondere bei schlechter Beleuchtung, oder durch den raschen Wechsel der Accomodation, oder durch den Muskeldruck, welchen das Auge von aussen her erleidet, wenn es zum genaueren Sehen mit dem anderen in Convergenz gestellt und gehalten wird (m. obliquus sup. und m. rectus int.), oder beim Wechsel der Zeilen unzählige Male in der Stunde bewegt wird, oder vielleicht auch durch die venöse Stauung, welche durch die schlechte Haltung beim Schreiben und Lesen erzeugt wird, immer reagirt der Augapfel auf den wiederholt ausgeübten Druck durch ein Nachgeben an der dünnsten Stelle, also nach hinten, womit die Vergrösserung der Längsachse des Auges und somit die Myopie gegeben ist. Die Häufigkeit der Folgekrankheiten wächst mit dem Grade der Kurzsichtigkeit. Ausreichende Beleuchtung, gute Haltung beim Schreiben und Lesen, gute Schreibutensilien und deutlicher Druck in den Büchern vermögen das Uebel zu mildern. Ganz wird sich die Schulkurzsichtigkeit nicht heben lassen, weil die Schülerarbeit sich ohne Druckwirkungen auf das Auge nicht leisten lässt.

Gründe für die Myopie.

5) Ob psychische Störungen schwererer Art der Schule zur Last gelegt werden dürfen, erscheint zweifelhaft; dagegen wird nicht gerade selten durch sie eine gewisse Nervosität hervorgerufen. Diese ist hauptsächlich begründet in dem Zuviel des Lernmaterials, in der Ueberbürdung der weniger gut veranlagten, aber eifrigen oder von Hause aus reizbaren Schüler. Geringere Anforderungen an den Lernenden, gleichmässige Ruhe des Lehrers werden ihren günstigen Einfluss nicht verfehlen.

Schule und Haus.

Man darf nicht vergessen, dass nur ein Theil der als Schulkrankheiten bekannten Schädigungen der Schule ohne Weiteres zur Last gelegt werden darf. Manche der Affectionen hängen mit der Entwickelung zusammen, und die Schule übt nur einen

accessorischen Einfluss aus. Zudem dürfen die Schädigungen des Lebens ausser der Schule nicht übersehen werden. Die ungünstigen Ernährungs- und Wohnungsverhältnisse im Elternhause, die schlechte Sitzgelegenheit, die mangelhafte Beleuchtung bei den Hausarbeiten wirken meistens schlimmer ein als die Schule.

Aus der Aufgabe der Schule, Alles zu vermeiden, was das körperliche Wohl der Zöglinge schädigen könnte, und Alles zu thun, was die Entwickelung der Schüler zu fördern vermag, und aus dem „gesetzlichen Schulzwang" folgt, dass an die Schule und an ihren Betrieb hohe hygienische Anforderungen gestellt werden müssen.

Das in früheren Kapiteln über die hygienischen Einrichtungen, Bau, Heizung, Ventilation, Beleuchtung etc. Gesagte ist für die Schule ebenfalls massgebend; es genügt daher, an dieser Stelle auf Besonderheiten hinzuweisen.

III. Bau und innere Einrichtung von Schulen.

A. Die baulichen Einrichtungen.

Schulplatz

Die Schulen sollen, damit die Wege nicht zu weit sind, möglichst in der Mitte des von den Schülern bewohnten Bezirks liegen. Freie, nicht von Nebengebäuden beeinflusste Lage, möglichst geräumige (3 qm für jedes Kind) und trockene Spielplätze sind erforderlich. Auf denselben sollen gedeckte Hallen oder eine Turnhalle vorhanden sein zum Aufenthalt der Schüler bei schlechter Witterung.

Schulgebäude.

Die Schulgebäude sollen höchstens 3 Geschosse haben; das oberste Geschoss enthalte die Klassen für die älteren Schüler, da diese die Arbeit des Treppensteigens leichter leisten können. Die Treppen sollen nicht unter 1,5, die Corridore nicht unter 2 m breit sein. Beide müssen einer kräftigen Lüftung fähig und zugleich vor lästigem Zug durch Windfänge und Thüren geschützt sein.

Die Aborte seien hell und luftig, mit Papier versehen und müssen täglich gereinigt werden, die Sitze sind täglich mit einem in Karbollösung getauchten Lappen abzuwischen; auf je 30 Knaben bezw. 15 Mädchen wird ein Sitz gerechnet.

Schulzimmer.

Die Schulzimmer seien, wenn angängig, nur an einer Seite der Corridore angeordnet; jeder Klassenthüre ist möglichst ein Corridorfenster gegenüber zu legen. Das Schulzimmer sei so gross, dass Lehrer und Schüler dasselbe bequem mit Auge und

Stimme beherrschen können. Die grösste Länge überschreite deshalb nicht 9 m, die Breite nicht 6 m, wegen der sonst zu mangelhaften Beleuchtung der Plätze an der Innenwand; als grösste Höhe ist 4 m ausreichend. Die eben besprochenen Langklassen sind besser als die Quadratklassen. Die Tiefklassen sind wegen ihrer ungünstigen Beleuchtung ganz zu vermeiden.

Auf den einzelnen Schüler komme eine Bodenfläche von 1 bis 1,5 qm, ein Luftraum von 4—7 cbm; der Fussboden bestehe aus hartem Holz mit möglichst geringen Fugen. Die Innenseiten der Aussenwände seien bis zur Kopfhöhe mit Holz verkleidet, die Innenwände ebenso weit mit Oelanstrich, der übrige Theil aller Wände mit abgetöntem, die Decke mit weissem Kalkanstrich versehen.

Beleuchtung. Die Fenster sollen nach oben bis zur Decke, nach unten bis 1 m über den Fussboden reichen und dem Schüler Licht von links gewähren. Der Vorschlag Fr. v. Grubers verdient Beachtung: die Parterre-Zimmer von Schulen, welche an engen Strassen liegen, zu Magazinen, Läden etc. einzurichten, die Schulzimmer aber in die oberen Stockwerke zu legen und, um das Treppensteigen zu vermeiden, wenn angängig, eine sanft ansteigende, im Hofe angebrachte Rampe zu benutzen.

Für die künstliche Beleuchtung eignet sich am besten das Gasglühlicht. — Die Anbringung mehrerer kleiner Lampen ist der Benutzung vereinzelter grosser Lampen mit hoher Lichtintensität vorzuziehen, da letztere starke Schlagschatten geben; dabei ist für zweckdienliche Reflectoren über den Lampen zu sorgen. Am besten ist diffuses Licht, und gerade für Schulen ist die indirecte Beleuchtung (S. 249) zu empfehlen. Jeder Platz muss eine Helligkeit von mindestens 10 Meterkerzen besitzen (das Nähere siehe Kapitel Beleuchtung). Die Producte der Beleuchtung müssen so abgeleitet werden, dass der Wärmeeffect mit zur Ventilation des Zimmers beiträgt. Der Unterricht, bei welchem ein deutliches Sehen erforderlich ist, werde im Winter auf die mittleren Tagesstunden gelegt.

Ventilation. Ein zehnjähriges Kind haucht ungefähr 10 l, ein Erwachsener gegen 20 l CO_2 in der Stunde aus. Verlangt man eine Schulluft mit nicht mehr als $1^0/_{00}$ CO_2, so ist eine stündliche Luftzufuhr von 17—33 cbm pro Kopf, verschieden nach dem Alter der Schüler, erforderlich. Die Einrichtung der Ventilation und ihre Handhabung ist Seite 226 angegeben.

Um die Luft der Schule rein zu halten, sind die ausdünstenden Oberkleider der Kinder durch Unterbringung in besonderen

Garderoben oder auf den Gängen, sowie der Staub fern zu halten. Die freien Zeiten zwischen den einzelnen Stunden sollen zu energischem Lüften dienen durch Oeffnen sämmtlicher Fenster und Thüren; bei ungünstiger Witterung, wenn der Schulplatz in den Zwischenzeiten nicht benutzt werden kann, ist den Kindern der Turnsaal oder die Aula zu öffnen.

Heizung. Für kleinere Schulen empfiehlt sich die Localheizung durch Regulirfüllöfen mit weitem Mantel, welcher die Zuführung frischer Luft und zugleich die Circulations-Ventilation gestattet. Die Beschickung der Oefen erfolge vom Corridor aus. Für grosse Schulen kommt meistens Centralheizung zur Anwendung. Während für Bibliotheken und ähnliche, nur wenige Stunden des Tages benutzte Räume die Heizung mit gespanntem Dampf oder heissem Wasser gute Dienste leistet, sind für die Schulzimmer in erster Linie die Niederdruckdampfheizung, sodann die Warmwasser- und die Dampfwasserheizung geeignet; die frische Luft wird dabei in besonderen Kammern angewärmt und mittelst Kanälen in die Zimmer geleitet. Für die gute Wirkung der Luftheizungen ist die sorgsamste Ausführung unbedingtes Erforderniss. Immer müssen Einrichtungen getroffen werden, welche es ermöglichen, den Druck des Windes zum Eintreiben der warmen Luft in die Kanäle der dem Wind zugekehrten Klassenzimmer zu verwenden.

Je besser die Circulation der Luft in einer Schule ist, um so gleichmässiger ist die Temperatur; die Wärme übersteige 20° nicht. Die frisch zugeführte erwärmte Luft muss angefeuchtet werden.

B. **Die Utensilien.**

Eigenschaften der Bänke. 1) Die Schulbänke. Bei dem geraden Sitzen balancirt der Oberkörper auf den beiden tubera ischii und dem os coccygis, was eine nicht unbedeutende Arbeitsleistung erfordert; sie kann nur geleistet werden, wenn das Kind bequem sitzt; die Bank muss dem Kinde passen, wie ihm das Kleid und die Stiefel passen.

Höhe. Die Höhe der Sitzbank muss der Länge des Unterschenkels entsprechen ($^2/_7$—$^3/_{11}$ der Körperlänge), so dass der Fuss ganz auf den Boden gesetzt werden kann.

Breite. Die Breite sei etwas geringer als die Länge des Oberschenkels nebst der Gesässrundung ($^1/_5$ der Körperlänge), die Form des Sitzbrettes schmiege sich der Körperform an.

Lehne. Die Lehne hat dem balancirenden Körper eine Stütze zu

bieten; gewährt sie dieselbe in einer kleinen Vorbuchtung in der Kreuzgegend, so spricht man von einer Kreuzlehne, stützt sie in der Höhe der Schulterblätter, von einer Rückenlehne; die allein zu empfehlende Kreuzrückenlehne vereint die Vorzüge beider.

Die Entfernung der Tischplatte von der Sitzplatte, die „Differenz“ sei etwas kleiner als die Entfernung des Sitzknorrens von dem Olecranon ($^1/_7$—$^1/_6$ der Körperlänge), damit das Kind beim Schreiben durch eine einfache Rotation der Arme im Schultergelenk die Unterarme bis fast zum Ellbogen leicht auf den Tisch bringen und bequem dort halten kann, ohne die gerade und gute Haltung aufzugeben. Differenz.

Die Tischplatte soll 40—50 cm breit und in ihren unteren drei Vierteltheilen leicht geneigt sein; ihre Länge betrage etwas weniger als das Doppelte der Länge von Unterarm und Hand. Tischplatte.

Die Sitzbank muss bis an oder unter die Tischplatte reichen, also Minus- oder Nulldistanz haben. Wenn eine Lothrechte, von der tiefsten Kante der Tischplatte zum Boden gefällt, die Sitzbank nicht berührt, so ist Plusdistanz vorhanden. Berührt die Lothrechte die vordere Kante, so besteht Nulldistanz; fällt sie auf die Sitzbank, so besteht Minusdistanz. Das Lesen ist bei allen Distanzen bequem ausführbar, am bequemsten bei Null- oder geringer Plusdistanz. Zum Schreiben ist die Minusdistanz die vortheilhafteste; dahingegen ist sie und auch die Nulldistanz den Kindern beim Aufstehen hinderlich. Distanz.

Diese Schwierigkeit bei der Null- und Minusdistanz hat hauptsächlich die verschiedenen Banksysteme hervorgebracht. Bänke mit Plusdistanz werden, da in ihnen ein gutes Sitzen auf die Dauer nicht möglich ist, nicht mehr beschafft. Um keine beweglichen Theile an den Bänken mit Null- oder Minusdistanz zu haben, hat man, was sehr empfehlenswerth ist, zweisitzige Bänke construirt; die Kinder treten beim Aufstehen heraus. Die Löffel'sche Bank gewährt für jedes Kind einen Sitz- und Stehplatz; letzterer ist durch eine Aussparung im Sitz geschaffen. Bei mehrsitzigen Bänken lassen sich bewegliche Theile nicht umgehen. Man unterscheidet Bänke mit beweglicher Tischplatte und Bänke mit beweglichem Sitz, und macht Unterabtheilungen, je nachdem die Bänke oder Sitze in ihrer Totalität oder für die einzelnen Plätze beweglich gemacht sind; auch giebt es Systeme, bei welchen Tisch und Bank gegeneinander verstellbar sind. Man ermöglicht die Beweglichkeit der Tischplatte entweder durch Aufklappen ihres vorderen Theiles (Albers, Vogel etc.), Die Banksysteme. a) Beweglicher Tisch.

oder durch Verschieben in einer Nute (Kunze) bezw. Hervorziehen der ganzen Platte. Im Allgemeinen werden die Bänke mit beweglichen Sitzen vorgezogen.

b) Beweglicher Sitz.

Man unterscheidet Klappsitze (Columbus), Schiebesitze (Beyer, Wackenroder) und Pendelsitze (Hippauf, Lickroth). Bei den letzteren sind Auflagen, Puffer, erforderlich, um das Geräusch zu verhüten. Für die unteren Klassen, wo die Lese- und

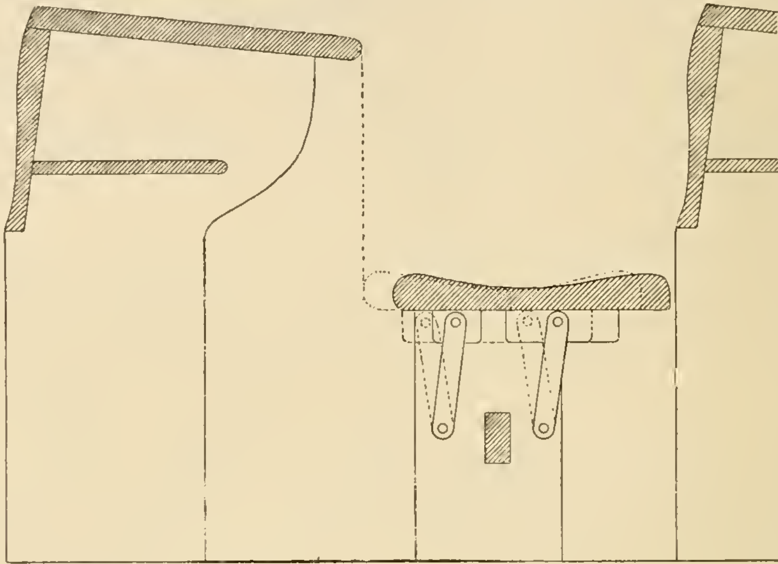


Fig. 128. Schulbank von Hippauf mit Nulldistanz bei vorgeschobenem, Plusdistanz bei zurückgeschobenem Sitz.

Schreibübungen gemeinschaftlich angestellt werden, empfiehlt sich die Bank von Hippauf, bei welcher die ganze Sitzbank, nachdem die Kinder sich erhoben haben, vor- (Minus- bezw. Nulldistanz) oder zurückgeschlagen wird (Plusdistanz). (Fig. 128.)

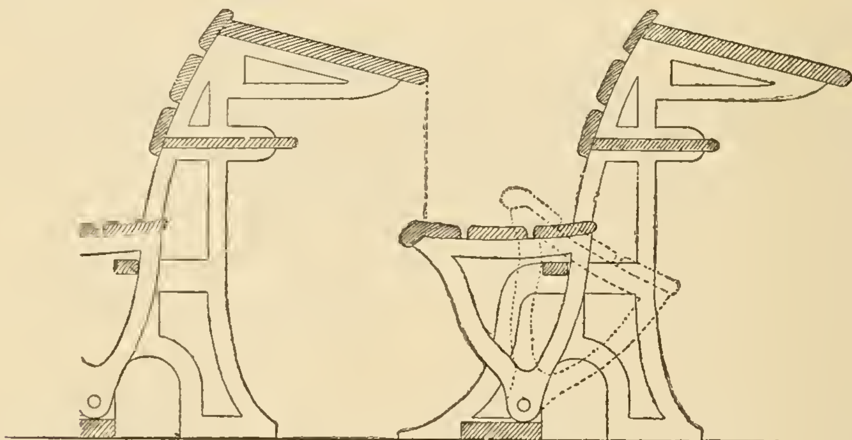


Fig. 129. Schulbank von Lickroth mit Minusdistanz bei niedergeklapptem Sitz.

In den höheren Klassen sind die beweglichen Einzelsitze besser (Lickroth, Baron, Höhner etc.) (Fig 129).

Fussbretter.

Fussbretter sollen der leichteren Reinigung wegen fehlen;

wenn sie gewährt werden, müssen sie aufklappbar oder so hoch sein, dass unter ihnen gefegt werden kann.

Messungen haben ergeben, dass in den Volks- und Mittelschulen, also in 12 Schuljahren 2,0% der Kinder unter 110 cm, 0,4% über 180 cm und 97,6% zwischen 110 und 179 cm hoch sind. Rechnet man mit Spiess auf je 10 cm Unterschied in der Körperlänge eine grössere Banknummer, so reichen für jede Klasse aller Schulen 3 verschiedene Grössen von Subsellien aus, und für ein vollständiges Gymnasium genügen 9 verschiedene Bankgrössen. Die Kinder müssen entsprechend ihrer Körpergrösse halbjährlich auf die Sitze vertheilt werden.

2) Die Schreibutensilien. Die Wandtafeln seien intensiv schwarz, aber nicht glänzend, die Kreide möglichst weiss. Schiefertafeln und Griffel werden besser nicht verwendet. Das Schreibpapier sei weiss oder hellgelb, die Tinte tiefschwarz; je stärker die Helligkeitsdifferenzen zwischen Tinte und Papier hervortreten, um so besser und leichter lässt sich die Schrift erkennen. Dabei falle kein seitliches Licht in die Augen, weil dadurch das Verhältniss der Helligkeit zwischen Papier und Schrift ein geringeres wird. Die Schultische sollen dunkel gehalten sein.

Schrägschrift. Steilschrift.

Beim Schreiben soll sich das Heft in Medianlage, d. h. vor der Mitte des Körpers befinden. Bei der gewöhnlichen Current- oder Schrägschrift liegt es dabei schräg, indem sein unterer Rand mit der unteren Tischkante einen nach rechts offenen Winkel von 10 bis 30° bildet. Bei der Steilschrift liegt das Heft in gerader Medianlage, und sein unterer Rand läuft mit der Tischkante parallel. Bei entsprechender Handlage lässt sich die Steilschrift in Form der Rundschrift fast ebenso rasch und leicht schreiben als die Schrägschrift. Die Haltung der Kinder ist, wie durch genaue Messungen und durch Photographiren ganzer Schulklassen nachgewiesen worden ist, bei ersterer eine bessere als bei letzterer, und daher die Steilschrift vom hygienischen Standpunkte aus zu empfehlen.

Beim Steilschreiben ist auf horizontale Stellung der Verbindungslinien der Augen bezw. Schultern bei gerader Körperhaltung und nur leicht geneigtem Kopf zu achten; der Abstand der Augen von der Schrift betrage nicht unter 30 cm; die Unterarme sollen auf etwa 2/3 ihrer Länge symmetrisch auf dem Tisch ruhen, so dass sie vor der Körpermitte einen ungefähr rechten Winkel bilden. Der Arm werde beim Schreiben in unter sich parallelen Lagen nach rechts geschoben. Die Hand ruhe in halber Pronationsstellung auf dem Endglied des kleinen Fingers,

das Ende des Federhalters sei nach aussen hin gerichtet. Das Gesäss und die Oberschenkel müssen voll auf dem Sitz ruhen; die Beine sollen weder am Knie noch am Knöchel über einander geschlagen sein; die Füsse sollen mit der ganzen Fläche auf dem Boden stehen.

3) Die Bücher seien auf weissem, starkem Papier gedruckt. Die Buchstaben müssen intensiv schwarz sein. Die Grösse des Buchstaben n (das n dient als Normale) sei nicht kleiner als 1,5—1,75 mm, seine Breite nicht unter 1,0 mm, seine Grundstriche nicht schmaler als 0,25 mm, der Durchschuss, d. h. die Entfernung zweier Zeilen, nicht unter 2,5 mm, die Approche, d. h. der Abstand zweier benachbarter Buchstaben, betrage nicht weniger als 0,5 mm. Diesen Anforderungen entsprechen am besten die mit Corpus und Borgis bezeichneten Druckschriften. Die Zeilenlänge betrage etwa 10 bis höchstens 12 cm. Der Lesende lehne den Rücken an und stelle oder halte das Buch schräg, damit die ganze Grösse des Buchstabens für den Gesichtswinkel ausgenutzt werde.

IV. Die Hygiene des Unterrichts.

Die Kinder dürfen nicht vor vollendetem 6. Lebensjahr der Schule überwiesen werden und sollen anfänglich nur 2 bis 3 Stunden systematischen Unterricht erhalten.

Ueberbürdung.

Eine Ueberbürdung ist nicht nur vorhanden, wenn die Kinder so viel Arbeit zu leisten haben, dass die zwischenliegenden Ruhepausen nicht genügen, die völlige geistige oder körperliche Frische wieder herzustellen, sondern auch wenn die Kinder so stark beschäftigt sind, dass sie ausser für Arbeit und die nothwendige Ruhe keine Zeit für ihr Spiel und ihre Liebhabereien übrig behalten. In den höheren Schulen ist zuweilen noch Ueberbürdung vorhanden. Die jüngeren Kinder sollen einschliesslich der Hausarbeit nicht mehr als 6, die älteren nicht mehr als 8 Stunden täglich arbeiten (preuss. Erl. v. 10. 11. 1884). Der Arzt hat nicht zu entscheiden, in welcher speciellen Weise der Ueberbürdung abgeholfen werden soll, er kann nur erklären, dass in hygienischem Interesse vor Allem eine Kürzung der Hausarbeit erwünscht ist. Es wäre gut, wenn die nicht musikalisch veranlagten Kinder mit dem üblichen Musikunterricht nicht behelligt würden.

Vor- und Nachmittagsunterricht.

In den niedrigen Klassen wird zweckmässig Vor- und Nachmittagsunterricht ertheilt. In den höheren Klassen vermögen bei

entsprechendem Wechsel des Gegenstandes und unter Einschiebung der nöthigen Pausen die Schüler dem Unterricht 5—6 Stunden zu folgen. Dort genügt also der Vormittagsunterricht. Nach jeder Stunde werde eine Pause von 10—15 Minuten, nach der dritten Stunde eine solche von einer halben Stunde gewährt. Den Kindern ist während der Freiviertelstunden der Spielplatz, die Turnhalle oder die Aula zu öffnen, damit die Schulzimmer durch weites Oeffnen der Thüren und aller Fenster ordentlich gelüftet werden.

Die üblichen Schulstrafen schädigen die Gesundheit nicht. Das Turnen sei obligatorisch für Knaben und Mädchen. Dispens werde allein auf ärztliches Attest hin ertheilt. Schwächliche Kinder müssen beim Turnen geschont werden. Mehr als bis jetzt üblich sind die Spiele, insonderlich die Ballspiele, zu fördern und nach Möglichkeit über das schulpflichtige Alter hinaus auszudehnen. Gesang ist als Lungengymnastik günstig zu beurtheilen. Von hohem hygienischen und erziehlichen Werth sind die Schulbäder in Gestalt der Brausebäder. **Turnen und Spiele.**

V. Der Betrieb der Schule.

Eine grosse Schule ist in Bau, Leitung und Betrieb einfacher und billiger als mehrere, mittlere Schulen, jedoch sind letztere vom sanitären Standpunkte aus vorzuziehen wegen der geringeren Infectionsgefahr und der leichter zu handhabenden Fürsorge für das gesundheitliche Wohl der Kinder.

Die beim Bau getroffenen hygienischen Massnahmen müssen später voll in Wirksamkeit gehalten werden. Einer der Lehrer sollte die Oberaufsicht darüber haben. Vor Allem ist darauf zu halten, dass genügendes Unterpersonal vorhanden ist, um Heizung, Beleuchtung, Lüftung und Reinigung zu besorgen; nach dieser Richtung hin darf nicht gespart werden. Täglich müssen die Schulzimmer mit feuchten Sägespänen ausgefegt, die Bänke etc. feucht abgewischt werden; der Staub ist einer der gefährlichsten Feinde der Schüler. Auf den Corridoren, in den Schulzimmern sind mit Wasser oder feuchten Sägespänen versehene Speigefässe an geschützten Plätzen aufzustellen und täglich zu entleeren und zu reinigen.

Litteratur: Kotelmann, Zeitschrift für Schulgesundheitspflege, Hamburg. — Eulenberg u. Bach, Schulgesundheitslehre, Berlin 1891. — Burgerstein, Axel Keys Schulhygienische Untersuchungen, Hamburg u. Leipzig 1889. — Burgerstein u. Netolitzky, Handbuch der Schulhygiene in Weyls Handbuch der Hygiene, Jena 1895.

Die Gewerbe-Hygiene.

I. Schädigende Einwirkungen der Betriebe auf die Arbeiter.

Handwerk und Hausindustrie.

Die Hygiene des Handwerkerstandes, des kleineren Handels und der Hausindustrie liegt noch sehr im Argen. „Unter Hausindustrie versteht man diejenige gewerbliche Thätigkeit, welche zu Hause, nicht auf Bestellung von Kunden am Orte und für den localen Absatz, sondern regelmässig für ein Geschäft oder für den Export, überhaupt für den Vertrieb im Grossen arbeitet" (Stieda). Sie beschäftigt in Deutschland $^1/_2$ Million Menschen, darunter 44 $^0/_0$ Frauen. Dem kleinen Gewerbe und der Hausindustrie ist schwer mit werkthätiger Hygiene beizukommen. Wohl haben die Behörden Vorschriften erlassen und Anweisungen ertheilt über die Anlage von Wohn- und Arbeitsräumen; aber damit allein ist es nicht gethan, auch die Controle ist nothwendig, und um diese ist es bis jetzt fast überall schlecht bestellt. Man muss durch Wort und Schrift das Kleingewerbe und die Hausindustrie auf die gesundheitlichen Forderungen aufmerksam machen; ob aber danach gelebt wird, ist bei dem harten Kampfe um das Dasein, welchen gerade diese Betriebe führen, eine andere Frage. Wesentlich besser steht es um die Gesundheitspflege in den grossen Betrieben und in den Fabriken.

A. Massnahmen, die Gebäulichkeiten betreffend.

1) Der Luftraum. Die Fabriklocalitäten, in welchen viele Leute 10 und mehr Stunden des Tages zusammen arbeiten, oft in einer Atmosphäre, welche durch Staub, Gase etc. verunreinigt ist, sollen selbstverständlich hoch und geräumig sein. Man hat vielerseits einen Minimalcubus Luftraum für den einzelnen Arbeiter verlangt. Diese sonst berechtigte Forderung hat das Missliche, dass zu leicht der Fabrikherr veranlasst wird, über diese Norm nicht hinaus zugehen. Ausserdem richtet sich die Grösse

des nothwendigen Luftcubus nach der Art des Gewerbes und der Art und Grösse der Ventilation. So ungenügend daher auch Bestimmungen wie „möglichst gross“, „thunlichst geräumig“ sind, so wenig lassen sich dieselben generell vermeiden. Für die einzelnen Gewerbe oder Anlagen aber kann man und hat man auch vielfach den erforderlichen Luftraum bestimmt.

Gesetzliche Bestimmungen.

Für Deutschland liegt die gesetzliche Handhabe in dem S. 315 erwähnten § 120 a, b, c und d der Reichsgewerbeordnung vom Juli 1883 und Juli 1891. Dazu hat der preussische Minister eine Erläuterung erlassen (28./2. 89.), wonach bei jedem Neu- oder Umbau für gewerblichen Betrieb, Art und Umfang des letzteren, Zahl, Grösse und Bestimmung der Arbeitsräume, ihre Zugänglichkeit, Licht- und Luftversorgung, *die Maximalzahl der in jedem Raume zu beschäftigenden Arbeiter* und die aufzustellenden Maschinen *polizeilich* festgestellt werden. — Wenn unter „sachverständigem“, d. h. ärztlichem und technischem „Beirath“ nach diesen Bestimmungen gehandelt wird, so kann von Seiten der Gesundheitspflege bezüglich der Raumgrösse kaum mehr verlangt werden. — Für einzelne Industrien sind besondere gesetzliche Bestimmungen erlassen.

2) Die Ventilation. Der gegebene Luftraum findet seine Ergänzung durch die Ventilation. Sofern dieselbe zur Zuführung frischer Luft und Abführung der durch die Menschen selbst gesetzten gasigen Ausscheidungen dient, folgt sie den in einem früheren Abschnitte des Buches aufgeführten Maximen. Es sei noch besonders darauf aufmerksam gemacht, dass auch für Fabriken die Möglichkeit der Erwärmung und Anfeuchtung der zugeführten Luft verlangt werden muss. Die Ventilation dient aber in der Industrie ausserdem zur Entfernung gesundheitsgefährlicher Gase oder Staubarten. Mit Rücksicht hierauf unterscheidet man

a) *Eine locale Ventilation*, d. h. die Luft wird gerade an der Stelle abgeführt, wo die Verunreinigung durch Staub, irrespirable Gase oder toxische Stoffe statthat. Als Beispiel hierfür diene die Absaugung des Staubes beim sog. Trockenschleifen (Fig. 130). Die Staubquelle, der sich drehende Stein, steckt in einer Blechhülle, welche dort, wo der zu schleifende Gegenstand eingeschoben wird (A), eine Oeffnung hat. Die Hülle setzt sich fort in einen Kanal, welcher in einen Sammelkanal für alle Schleifsteine mündet (hinter B). Dieser trägt an seinem anderen Ende einen Exhaustor, an dessen Achse — central — die Luft eintritt (C), um durch die sich drehenden fächerförmigen Flügel peripher in den Evacuationskanal fortgeschleudert zu werden.

Ist der Apparat in Thätigkeit, so wird die Luft aus den Kanälen angesogen, sie stürzt aus dem Arbeitssaal in die Oeffnung der Schleifsteinkapsel und nimmt den entstehenden Schleifstaub sofort mit. Die staubhaltige Luft tritt zuletzt in sogen. Staub-

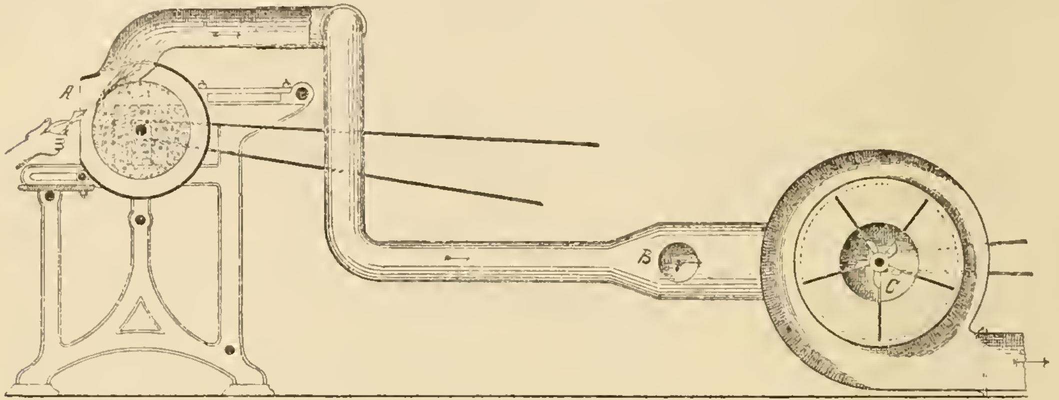


Fig. 130. Staubabsaugung an einem Schleifstein der Nähnadelfabrik von Lammertz-Aachen.
A Oeffnung in der Kapsel des Schleifsteins, B Einmündung eines zweiten Nebenkanals in den Hauptkanal; C Ventilator, an der Achse die Einmündung des Hauptkanals.

kammern mit grossem Querschnitt und eingeschalteten Schiedwänden oder sonstigen Staubfängen, wo sich der Staub zu Boden senkt. Aehnliche Exhaustoreinrichtungen finden sich in Cementfabriken, in der Bleiweissindustrie etc. In anderen Betrieben dienen Luftkamine und ähnliche Einrichtungen der localen Ventilation.

b) *Die allgemeine Ventilation* kommt zur Entfernung von Staub und Gasen erst dann in Frage, wenn die locale Ventilation nicht angewendet werden kann. Ob sie auf Zuführung von frischer Luft oder auf Absaugung der verunreinigten Luft beruht, sie bleibt immer ein Nothbehelf, da es ihr nie gelingt, den Staub oder die Gase rasch und völlig zu entfernen; es tritt stets nur eine Verdünnung, oder richtiger eine Vertheilung der schädlichen Stoffe ein, welche allerdings um so grösser ausfällt, je höher und grösser die Räume sind, je energischer die Ventilation ist. Ihr Einfluss auf schon abgelagerten Staub ist sehr gering.

c) *Die Filtrirung der Einathmungsluft durch Respiratore.* Als Respirator kann ein vor Mund und Nase gebundenes, trocknes oder befeuchtetes, bezüglich mit chemischen Agentien, zur Bindung von Gasen, imprägnirtes Zeugstück, ein Wattebausch oder Schwamm dienen. Vollkommener sind die mit Luftaustritts- und Eintrittsventilen versehenen, mit Watte oder Schwamm ausgestopften oder aus zunächst undurchlässigem Pergament-, dann

aus schwer durchlässigem, aber eine sehr grosse Oberfläche darbietendem Zeugschlauch bestehenden Respiratore. Sämmtliche Respiratore belästigen auf die Dauer oder bei angestrengter Arbeit, werden daher von den Arbeitern ungern oder lässig getragen oder geradezu zurückgewiesen; sie werden nur dann gern benutzt, wenn die in ihnen zu leistende Arbeit kurze Zeit währt.

d) Ergänzend kommt hinzu: *Die Athmung von aussen zugeleiteter frischer Luft* in giftiger Atmosphäre. Am gebräuchlichsten sind die Freiluftathmer. Von aussen her führt ein Schlauch zum Munde; die frische Luft wird durch die Athmung selbst angesogen, die gebrauchte Luft entweicht durch die Nase.

3) Die Beleuchtung. Für die Beleuchtung der Arbeitsstätten gelten die gleichen Grundsätze wie für die übrigen Gebäude und die Schulen. Für die natürliche, ausgiebige Beleuchtung einstöckiger Fabriken oder des obersten Geschosses mehrstöckiger Anlagen haben sich die Sheddächer, d. h. zickzackförmig construirte Dächer mit Verglasung der steilen Seite, entschieden bewährt.

Das zur Zeit beste, künstliche Licht für die Industrie ist das electrische oder das Gasglühlicht. An den Plätzen für feinere Arbeiten soll eine Helligkeit von 10 Meterkerzen herrschen.

4) Die Heizung. Zur Heizung grösserer Anlagen wird naturgemäss am häufigsten der Dampf verwendet, welcher ja in vielen Fällen als sog. „Abdampf" billigst zur Verfügung steht. Vielfach ist auch Luftheizung eingerichtet und zwar in letzter Zeit mit gutem Erfolge nach dem Verfahren von Sturtevant (Boston), wonach mittelst eines Gebläses Luft durch relativ enge Rohre, die im Centrum die noch engeren Dampfheizrohre bergen, kräftig an sehr vielen Stellen in die Räume hineingeworfen wird. Die in der Industrie beschäftigten Arbeiter leiden häufiger durch Hitze als durch Kälte. Die dem Betrieb dienenden Dampfrohre müssen mit ordentlichem Wärmeschutz versehen sein, auch sind in manchen Betrieben unter der Decke besondere Oeffnungen zur Entfernung der heissen Luft anzubringen.

5) Die Reinlichkeit. Mit ganz besonderer Sorgfalt soll in den Fabriken auf Reinlichkeit gehalten werden. Die giftigen und irritirenden Inhalationen sind es nicht allein, wegen welcher diese Forderung aufzustellen ist, auch der Infection wird durch Reinlichkeit vorgebeugt. Je mehr Menschen auf einem gegebenen Raume zusammen leben, um so grösser ist die Infections-

gefahr. Vor Allem wird der Phthise, welche besonders die Arbeiterbevölkerung heimsucht, durch Reinlichkeit in wirksamster Weise vorgebeugt.

B. **Massnahmen, welche durch das Geschlecht und das Alter der Arbeiter bedingt sind.**

Die Industrie strebt danach, möglichst billige Arbeitskräfte zu bekommen, sie nimmt deshalb auch Frauen und Kinder in ihre Dienste. Der lang dauernde Aufenthalt in den engen, heissen Fabrikräumen, die angestrengte Arbeit, verbunden mit unausgesetzter Aufmerksamkeit, welche die Maschine erfordert, sowie die Accordarbeiten sind nicht günstig für die Entwicklung des Kindes, noch für den normalen Ablauf der physiologischen Functionen des Weibes.

Die Forderung, den Kindern und Frauen die Fabrikarbeit ganz zu untersagen, ist zur Zeit unerfüllbar. Vielfach ist die Familie gezwungen, zum Verdienst mit beizutragen. Wollte man den Kindern und Frauen die Fabrikarbeit ganz verbieten, so würden sie der Hausindustrie zugedrängt und so in schlechtere Verhältnisse gebracht, als sie die Fabrik bietet.

1) Die Kinderarbeit. Je später die Kinder der regelmässigen körperlichen Arbeit zugeführt werden, um so besser. Einen nicht unbeträchtlichen Theil des Tages wirken die Schädigungen der Schule auf die Kinder ein, und es sollen die Schädigungen der gleichmässigen Fabrikarbeit nicht zu denen der Schule hinzukommen. Die Hygiene muss verlangen, dass Schule und Fabrik bezw. Hausindustrie sich gegenseitig ausschliessen. Erst mit dem dreizehnten Jahre ist der Körper des Kindes widerstandsfähig, der Geist kräftig genug zu anhaltender Anstrengung. Die Zahl der Arbeitsstunden richtet sich am besten nach der Art der Beschäftigung. Unter keinen Umständen darf die Nachtruhe der Kinder gekürzt werden.

2) Die Frauenarbeit. Die Frauen sind 4—6 Wochen nach ihrer Niederkunft von der Fabrikarbeit fern zu halten, wegen der Ernährung und Abwartung des Kindes und der Erholung und Kräftigung der Mutter. Mit Rücksicht auf die Wohnlichkeit des Hauses, die Bereitung der Nahrung, die Sorge für die Kinder sollte die Frau kürzere Zeit an der Arbeitsstätte verbleiben als der Mann; ihr muss Zeit gegeben werden für die Erfüllung ihrer häuslichen Pflichten.

3) Beschränkungen in der Arbeitszeit der Männer sind für die gesundheitsgefährlichen Betriebe erforderlich (Blei-,

Quecksilberindustrie u. s. w.), ebenso für die Arbeiten, welche sehr grosse Kraftanstrengung erfordern.

Andererseits ist immer eine zu lange Arbeitsdauer — über 10—12 Stunden z. B., verschieden nach der Art des Gewerbes und Betriebes — aus Gesundheitsrücksichten zu beanstanden. Dahingegen ist die Frage nach einem Normalarbeitstage von kürzerer Dauer in der Hauptsache mehr eine volkswirthschaftliche als eine hygienische.

4) Die Ruhezeiten in der Arbeit. Dem Arbeiter muss so viel Zeit gegeben werden, dass er 1) seine Mahlzeiten in Ruhe zu sich nehmen und die Verdauung der Hauptmahlzeiten in Ruhe einleiten kann, 2) dass eine Erholung des ermüdeten Körpers und Geistes möglich ist. Eine 1—1½ stündige Mittagspause und zwei halbstündige Zwischenpausen sind für Erwachsene Erforderniss.

Soweit angängig, ist die Nachtarbeit und die Ueberstunden-Arbeit zurückzudrängen; vollständig lassen sich diese Uebelstände in den Industrien mit „continuirlichem Betrieb" und in den „Saisonindustrien" nicht vermeiden.

Die Sonntagsruhe ist, wenn nicht Betriebe wie die eben erwähnten und die Beförderungsbetriebe zu fortgesetzter Arbeit zwingen, entschieden zu verlangen, weil sie dem erschlafften Individuum Musse gewährt, sich zu erholen, und weil Zeit gegeben ist zur Reinigung, besseren Beköstigung und Bewegung in freier Luft.

5) Die gesetzlichen Bestimmungen. Die auf die angegebenen Verhältnisse sich beziehenden Bestimmungen sind in der „Reichsgewerbeordnung" vom 1. 7. 83 und in der Novelle zur R.-G.-O. vom 1. 7. 91. enthalten.

a) Die Localitäten betreffend.

Nach § 120 sind die Gewerbeunternehmer verpflichtet, die Arbeitsräume, Betriebseinrichtungen, Geräthschaften etc. so einzurichten und zu unterhalten, dass die Arbeiter gegen Gefahren für Gesundheit und Leben so weit geschützt sind, wie es die Natur des Betriebes gestattet. Insbesondere ist für genügendes Licht, ausreichenden Luftraum und Luftwechsel, Beseitigung des Staubes, der Dünste, Gase und Abfälle Sorge zu tragen. Ebenso sind die zum Schutze der Arbeiter gegen gefährliche Berührungen mit Maschinen etc. erforderlichen Vorrichtungen herzustellen. Endlich sind von den zuständigen Behörden (Polizeiverwaltungen) Vorschriften über die Ordnung des Betriebes und das Verhalten der Arbeiter zu erlassen, welche zur Sicherung eines gefährlichen Betriebes nothwendig sind.

b) Anlage u. Betriebsvorschriften.

Durch Beschluss des Bundesrathes können Vorschriften erlassen werden über die Anforderungen an bestimmte Arten von Anlagen und die Art ihres Betriebes. Solche sind erlassen bezüglich der Zündhölzer-, Bleifarben-, Bleizucker- und der Alkalichromatfabrikation, des Buchdruckerei-

und Bäckergewerbes. Letztere (4. 3. 96) besagt, dass im Nachtbetriebe beschäftigte Bäckergesellen nicht mehr als 12, Lehrlinge je nach ihrem Alter nicht mehr als 11 bezw. 10 Stunden in einer Arbeitsschicht beschäftigt werden dürfen.

c) Kinderarbeit.

Nach §§ 135—136 dürfen Kinder unter 13 Jahren überhaupt nicht, Kinder über 13 Jahren nur dann in Fabriken beschäftigt werden, wenn sie die Volksschule nicht mehr zu besuchen brauchen. Kinder unter 14 Jahren dürfen täglich höchstens 6 Stunden, „junge Leute“ zwischen 14—16 Jahren höchstens 10 Stunden beschäftigt werden. Dabei müssen die Arbeitsstunden zwischen $5^1/_2$ Uhr Morgens und $8^1/_2$ Uhr Abends liegen, und es müssen bei sechsstündiger Arbeit eine halbstündige, bei mehrstündiger eine einstündige und zwei halbstündige Pausen gewährt sein. Während der Pausen darf den jugendlichen Arbeitern eine Beschäftigung im Fabrikbetriebe nicht gewährt werden.

d) Frauenarbeit.

§ 137 verlangt, dass Arbeiterinnen in Fabriken nicht in der Nachtzeit von $8^1/_2$—$5^1/_2$ Uhr, sowie an den Vorabenden der Sonn- und Festtage nicht über $5^1/_2$ Uhr Nachmittags beschäftigt werden. Arbeiterinnen über 16 Jahren dürfen nicht über 11 Stunden, an den Vorabenden der Sonn- und Festtage nicht über 10 Stunden in den Fabriken Arbeit finden bei einstündiger Pause. Sofern ein Hauswesen zu besorgen ist, sind die Arbeiterinnen auf ihren Wunsch Mittags eine halbe Stunde früher zu entlassen. Wöchnerinnen dürfen die ersten 4 Wochen nach ihrer Niederkunft überhaupt nicht, während der folgenden 2 Wochen nur auf Grund eines ärztlichen Attestes beschäftigt werden.

Der Bundesrath ist ermächtigt, die Verwendung von Arbeiterinnen und jugendlichen Arbeitern in gewissen besonders gefährlichen Fabrikationszweigen zu verbieten; andererseits darf er Abweichungen von den vorstehend angegebenen Bestimmungen bei Industrien mit ununterbrochenem Feuer und bei Saisonbetrieben bis zu einer gewissen Grenze gestatten. [Vom Reichskanzler sind Bestimmungen erlassen über die Beschäftigung von jugendlichen Arbeitern und von Arbeiterinnen in Glashütten (11./3. 92), Drahtziehereien mit Wasserbetrieb (11./3. 92), Cichorienfabriken (27./3. 92), Steinkohlenbergwerken (27./3. 92 und 1./2. 95), Rohrzuckerfabriken und Raffinerien (24./3. 92), Walz- und Hammerwerken (29./4. 92), Hechelräumen (29./4. 92), Ziegeleien (27./4. 93), Spinnereien (8./12. 93), Molkereien (17./7. 95), Conservenfabriken (11./3. 98).]

e) Listenführung.

Die Fabrikherren sind verpflichtet, über die von ihnen beschäftigten jugendlichen Arbeiter und über die Arbeiterinnen Listen zu führen und der Ortspolizei entsprechende Anzeige zu machen.

Damit die gesetzlich bestimmten Massnahmen ausgeführt werden, ist durch die Reichsgewerbeordnung die Institution der Fabrikinspectoren geschaffen. Diese Beamten haben in gewissen Zwischenräumen die Industrien ihrer Bezirke zu bereisen, die Aufsicht über die Ausführung der Bestimmungen zu führen, auf Innehaltung derselben zu dringen und über ihre Thätigkeit an den Bundesrath zu berichten.

C. Allgemeine Einflüsse der Berufsthätigkeit und Unfälle.

1) Schädigungen durch Arbeit und Beruf. Die Schädigungen des Gewerbe- und Fabrikbetriebes liegen theilweise in der Arbeit selbst. Viele Gewerbe drücken dem Arbeiter ihren Stempel auf; die Schusterbrust, die schiefe Haltung des Schreiners, die Bäckerbeine, die nach vorn gebeugte Haltung der Näherin und Stickerin, die Varicen der Setzer und Kellner sind landläufige Beispiele hierfür. *Schädigungen durch den Betrieb.*

Andere Nachtheile werden durch die hohen oder niedrigen Temperaturgrade erzeugt. So macht das Arbeiten bei constant hoher Temperatur den Körper wenig widerstandsfähig gegen eindringende Schädlichkeiten und gegen Temperaturwechsel und disponirt zu Erkältungen. Die strahlende Wärme, das Arbeiten mit bestimmten chemischen Körpern vermag Hautentzündungen und Verbrennungen zu erzeugen. Die Arbeit in grosser Kälte beeinträchtigt das Wohlbefinden gewöhnlich nicht; wenn zur Kälte aber Luftbewegung und Feuchtigkeit hinzukommt, treten Erkältungen und locale Erfrierungen, Frostbeulen, auf. *durch Temperaturen.*

Starke Lichteffecte sind den Augen nachtheilig.

Ein Theil dieser Schädigungen lässt sich nicht vermeiden, ein anderer Theil kann beseitigt werden durch entsprechende Apparate, bequeme Sitzgelegenheit etc. Gegen die strahlende Wärme schützen vorgehängte Glasplatten oder Anzüge aus schlecht leitenden Stoffen, Asbestgeweben u. dergl.; Schädigungen der Augen werden vermieden durch Tragen von Brillen mit gefärbten oder Gipsspatgläsern (Marienglas). Der erschlaffenden Wirkung der Hitze muss durch Hautreize in Gestalt von oft verabreichten Bädern entgegengewirkt werden. Gegen Frostschäden schützt das Einfetten der Hände und Füsse, sowie das Tragen wasserdichter Stoffe an den der Feuchtigkeit ausgesetzten Körpertheilen. *Schutzmassregeln.*

2) Die Unfälle. Zahlreich sind die Unfälle, welche im Gewerbe vorkommen. Im Jahre 1896 erlitten unter rund 18 Millionen versicherter Personen 86 403 Betriebsunfälle; 32 773 wurden zeitweise, 1547 dauernd völlig erwerbsunfähig, 44 982 dauernd theilweise; 7101 Leute wurden getödtet. Die Erhebungen gestatten den Schluss, dass ungefähr die Hälfte aller Unglücksfälle vermeidbar ist. Am meisten gefährdet sind die Arbeiter im Bergbau-, Hütten- und Salinenwesen. Von 100 Mitgliedern der preussischen Knappschaftsvereine starben in den *Bergwerks-Betrieb.*

Jahren 1883—1892 durchschnittlich 8,91 Personen, davon 2,08 durch Verunglücken. Die Unfälle durch niedergehendes Gestein lassen sich durch entsprechenden Ausbau der Gruben verhindern. Der Technik muss es gelingen, die Unfälle bei der Aus- und Einfahrt durch zweckmässige Einrichtungen der Fahrkünste und Seilfahrten abzustellen. Die schädigenden Wirkungen der Wetter einschl. der Explosionen müssen durch reichliche, gut geleitete Ventilation und weitere Vervollkommnung der Wetterindicatoren und der Beleuchtung verhindert werden.

Maschinenbetrieb.

Im Maschinenbetrieb sind die Kesselexplosionen gefährlich. In den Jahren von 1878 bis 1893 ereigneten sich im Deutschen Reich 254 Kesselexplosionen, davon durch Wassermangel 43 %, durch Abnutzung der Kessel 25 %; es wurden beschädigt 589 Personen, davon 32,5 % tödlich. Die Schutzmassnahmen sind enthalten in der Bekanntmachung des Reichskanzlers (v. 5. 8. 98) und in der Preuss. Anweisung betreffend Genehmigung und Untersuchung von Dampfkesseln (vom 15. 3. 97).

Als hauptsächlich gefährlich kommen weiter in Betracht die Motoren, die Transmissionen, die Aufzüge (Fahrstühle u. dergl.), sowie die Arbeitsmaschinen.

Die Motoren müssen „umfriedigt" sein, ebenso wie die bewegten Theile der Transmissionen, mit welchen Menschen in Berührung kommen können. Ueber die Hälfte der Unfälle an Transmissionen entsteht durch Riemenauflegen mit der Hand; die Riemenaufleger müssen allgemeine Verwendung finden.

Im Jahre 1887 entstanden 216 Unglücksfälle bei den Motoren, 364 bei den Transmissionen und 899 bei den Fahrstühlen u. s. w.; von den letzteren war der vierte Theil tödlich. Die Bergwerksbetriebe und das Baugewerbe stellen hierzu hohe Procentsätze; hauptsächlich sind gute, oft zu revidirende Fördermaschinen mit ausreichenden Fangvorrichtungen zu verlangen.

Ueber die so sehr verschiedenen Arbeitsmaschinen lässt sich nur sagen, dass die gefährdenden Theile so viel als möglich mit Schutzvorrichtungen zu umgeben oder doch durch Anstriche (roth) von den nicht gefährlichen deutlich unterscheidbar zu machen sind. Die Arbeitgeber sind gesetzlich verpflichtet, zweckmässige Schutzvorrichtungen anzubringen; oft jedoch macht der sträfliche Leichtsinn der Arbeiter die beste Absicht zunichte.

D. Schädigungen durch das Einathmen von Gasen.

1) Die Gase und ihre Wirkungen. In der Industrie werden eine Anzahl gesundheitsschädlicher Gase erzeugt oder als Nebenproducte geliefert. Einige unter ihnen, z. B. Chlor, Brom, Salzsäure, Fluorwasserstoffsäure, schweflige Säure, salpetrige Säure, Salpetersäure und Ammoniak, bewirken, eingeathmet, gleiche oder ähnliche Symptomencomplexe. Diese bestehen zunächst in Reizerscheinungen der Augenbindehäute (Cl, Br, SO_2, H_3N) und der Respirationsorgane event. unter Glottiskrampf. Wenn das Excitationsstadium vorüber ist, wird die Athmung verlangsamt. Bei intensiver Einwirkung können catarrhalische Lungenentzündungen, Ecchymosen, Croup (z. B. nach Einathmung von Cl, HCl, FlH, H_3N, HNO_2), heftige Athemnoth (bei HNO_3 und HNO_2 setzt sie erst viele Stunden nach geschehener Intoxication ein), Lungenödem und Tod entstehen. Diese Symptome werden hervorgerufen durch örtliche Schädigungen, Anätzung, Wasserentziehung, Eiweissgerinnung, oder durch Einwirkung auf das Blut, z. B. Ansäuerung (SO_2), Methämoglobinbildung, oder sie entstehen reflectorisch. Bei Chlor und Ammoniak sind Hämorrhagien im Magen und Darm selten, häufiger treten sie auf nach Inhalationen von Salzsäure und Brom. Experimentelle Untersuchungen an Thieren haben ergeben, dass die längere Zeit fortgesetzte Inhalation selbst geringer Mengen von CO_2, CO, H_2S, CS_2 die Empfänglichkeit für die Infectionskrankheiten wesentlich steigert. Cl, Br, HCl, FlH, SO_2, HNO_2, HNO_3, H_3N.

Schwefelwasserstoff, in grösserer Menge eingeathmet, kann plötzlich Besinnungslosigkeit und raschen Tod bewirken. Verläuft die Vergiftung nicht rasch letal, so folgt meistens wochenlange Krankheit mit intercurrirenden maniakalischen Anfällen. Der Tod wird in den acuten Fällen in noch ausgesprochenerer Weise als bei der Kohlenoxydvergiftung durch Einwirkung auf die Nervencentren bedingt, die Blutdissolution ist dabei gering. Die chronische Vergiftung beginnt mit Appetitlosigkeit, schlechtem Geruch aus dem Munde, Magendruck und Schwäche; später kommen marantische Erscheinungen und Hirnsymptome, entweder Erregungs- oder Schwächezustände, hinzu. H_2S.

Die Kohlenoxydvergiftung verläuft mit Kopfschmerz, Benommenheit, Erbrechen und Besinnungslosigkeit. Dauert die Einathmung auch nur mässiger Mengen von Kohlenoxyd längere Zeit, so tritt fast immer der Tod ein. Schon sehr geringe

Mengen bedingen Kopfschmerz und Uebelbefinden. Siehe auch Seite 203 und 252.

CO_2. Die Kohlensäure wirkt, zu 30 % eingeathmet, rasch tödlich unter sofortigem Verschwinden des Bewusstseins. In geringeren Mengen eingeathmet, bedingt sie Uebelkeit, Erbrechen, Kurzathmigkeit und Athemnoth.

Organische Verbindungen. Der Allylalkohol (C_3H_6O), das Metadinitrobenzol ($C_6H_4(NO_2)_2$), das Amidobenzol (Anilin) ($C_6H_5NH_2$), das Toluidin ($C_6H_4CH_3NH_2$) das Pyridin (C_6H_5N) und die Pyridinbasen können eingeathmet ebenfalls schwere Vergiftungserscheinungen hervorrufen.

2) Die Betriebe, in welchen die giftigen Gase auftreten. Viel Salzsäuregas wird producirt bei der Sodafabrikation, der Kattundruckerei, der Kunstwollenfabrikation und in der chemischen Industrie, viel Ammoniak bei der Gaserzeugung; ausserdem macht letzteres sich in unangenehmer Weise an den undichten Stellen der Ammoniak-Eismaschinen und hier und da in der Farbenindustrie geltend. Chlorgas entsteht bei der Fabrikation des Chlorkalks und wird, ebenso wie die schweflige Säure, hauptsächlich zu Bleichprocessen der verschiedensten Art verwendet. Schweflige Säure tritt ferner in grösseren Mengen auf beim Rösten der Erze. Der Gebrauch des Broms und der Salpetersäure bezw. der salpetrigen Säure ist beschränkter. In lästiger Weise machen sich diese Körper bei ihrer Fabrikation und in einigen chemischen Processen bemerkbar; so entweichen Salpetersäuren bei der Darstellung der Schwefelsäure, des Nitrobenzols, Nitroglycerins, der Nitrocellulose, also bei der Herstellung des rauchschwachen Pulvers.

Der Schwefelwasserstoff gelangt in der Lohgerberei hier und da in grösseren Mengen zur Aufnahme; häufiger ist Verunglücken bei Ausräumung lange verschlossener Abtrittsgruben, wo eine Concurrenzwirkung von H_2S und CO_2 vorhanden ist. Der Schwefelwasserstoff findet in der chemischen Technologie häufige und ausgedehnte Verwendung. Schwefelkohlenstoff wird in ungeheuren Mengen zur Fettextraction verwendet. Kohlenoxyd gelangt in grösserer Menge in bewohnte Räume bei ungenügender Sauerstoffzufuhr zu glühenden Kohlen in Zimmeröfen ohne ausreichenden Abzug, oder durch Ausströmung von Wassergas oder Leuchtgas. In der Industrie kommt CO vor bei der Verhüttung der Erze als Bestandtheil der Gichtgase und im Bergbau in den „brandigen Wettern“. Die Kohlensäure findet sich vor Allem in den Gährbetrieben: sie entwickelt sich in den Gährbottichen, fliesst über den Rand derselben und lagert in

dichter Schicht am Boden. Sie bildet ferner die Hauptmasse der „stickenden oder schweren Wetter“ und der „Nachschwaden“ der schlagenden Wetter. (Siehe auch Seite 17.)

Die Pyridine werden zur Denaturirung des Alkohols verwendet, die anderen vorstehend genannten organischen Gifte werden hauptsächlich in der Farbenindustrie gebraucht.

3) Die gefährlichen Concentrationen, bei welchen also die erwähnten Gase Gesundheitsschädigungen bedingen, sind nach Lehmanns Versuchen in folgender Tabelle zusammengestellt:

	Raschgefährliche Erkrankungen bedingen	Es werden 1/2—1 1/2 Stunden vertragen ohne schwere Störungen	Minimale Symptome werden hervorgerufen
Salzsäuregas	1,5—2,0‰	0,05—0,1‰	0,01‰
Schweflige Säure	0,4—0,5‰	0,05‰	—
Ammoniak	2,5—4,5‰	0,3‰	0,1‰
Chlor oder Brom	0,04—0,06‰	0,004‰	0,001‰
Schwefelwasserstoff	0,5—0,7‰	0,2—0,3‰	—
Kohlenoxyd	2—3‰	0,5—1,0‰	0,2‰
Kohlensäure	30%	8%	1%
Schwefelkohlenstoff	über 10 mg im l	1,2 mg im l	0,5 mg im l

Kleine Mengen von Cl, Br, H_2S, H_3N in der Athemluft werden bei kurzem Aufenthalt fast völlig absorbirt, bei stärkerer Concentration und längerem Aufenthalt nimmt die procentige Absorption ab, sinkt aber anscheinend nicht unter 75%. Vom Schwefelwasserstoff erscheinen 80% in der Exspirationsluft wieder.

4) Die Schutzmassregeln. Der beste Schutz gegen die Inhalation besteht darin, die Gase zu hindern, in den Arbeitsraum einzutreten. Dieses geschieht dadurch, dass die Entwicklung der Gase, z. B. beim Bleichen, bei der Fettextraction u. s. w., in fest geschlossenen Apparaten vorgenommen wird. **Verhinderung des Eintritts.**

Die im Betriebe oder bei der Production entweichenden Gase müssen möglichst direct entfernt werden, entweder durch entsprechende Bindung oder durch Ventilation. **Absorption und Ventilation.**

Im Allgemeinen machen sich die schädlichen Gase durch ihren Geruch bemerkbar; das CO hingegen ist geruchlos, wird aber kenntlich durch die anderen riechenden Bestandtheile, die in den Producten der Verbrennung, dem Kohlendunst, oder im Leuchtgase enthalten sind. Der specifische Gasgeruch geht verloren, wenn

das Leuchtgas nach Rohrbrüchen grössere Strecken des Erdreichs durchsetzt. Um so mehr muss die Technik bestrebt sein, Rohrbrüche rasch aufzufinden. Die Kohlensäure und der Schwefelwasserstoff, welche sich in lange verschlossenen Räumen angesammelt haben, werden durch das Hineinwerfen von Strohbündeln, die mit Kalkmilch getränkt sind, bezw. durch reichliche Lüftung entfernt.

Freiluftathmer

Wenn längere Zeit in einer Atmosphäre, welche giftige Gase enthält, gearbeitet werden muss, so sind die Freiluftathmer zu gebrauchen oder Respiratore, deren Füllungen die Gase binden. Die Arbeiter müssen über die Giftigkeit der Gase und die Vermeidung ihrer Einathmung unterwiesen werden.

E. Schädigung durch Inhalation von Staub.

Ein weiterer gesundheitlicher Nachtheil liegt in der Einathmung des bei manchen Betrieben auftretenden Staubes.

Ueber seine Menge geben folgende Zahlen einen ungefähren Anhalt. Es fanden sich im cbm Luft in einem Sägewerk 15, einer Rosshaarspinnerei 10, Kohlengrube 14, Mahlmühle 22—47, Papierfabrik (Hadernsaal) 23, Eisengiesserei (Putzraum) 1—2, Filzfabrik (Fachraum) 175, Cementfabrik 130—223 mg. Zum Vergleich sei angegeben, dass ein Wohnzimmer 0,0, die freie Luft durchschnittlich viel unter 1, ein Wohn- und Kinderzimmer, ein Laboratorium 1,5, eine Schule 8 mg im cbm enthielten. (Hesse. Arens.)

Ablagerung in den ersten Wegen,

1) Allgemeine Folgen der Staubinhalation. Ein beträchtlicher Theil des eingeathmeten Staubes wird in den oberen Luftwegen abgefangen und dann expectorirt. Die Nase bietet eine sehr grosse feuchte Oberfläche dar, auf welcher der Staub sich ablagert. Henke wies nach, dass auf die noch warme Luftröhrenschleimhaut eines Hingerichteten gelegter Kohlenstaub in 15 Secunden um die Breite eines Knorpelringes nach oben bewegt wurde. Der tief eingedrungene Staub lagert sich zunächst den Wänden der Alveolen an, von wo er entweder durch die Athembewegungen in das Gewebe hineingedrückt, oder von Lymphzellen, sog. Staubzellen, aufgenommen und verschleppt wird. Geringe Staubmengen haben keine weiteren Folgen.

im Parenchym.

Entzündung.

Bei Inhalation grösserer Massen stellt sich unter Austritt weisser Blutkörperchen, Quellung und Abstossung von Epithelien eine Entzündung ein. Um die grösseren Ansammlungen im Lungenparenchym bildet sich eine Gewebswucherung, welche später zur knotigen, fibrösen Induration führt. Bei Verödung grösserer Lungenpartien folgt gewöhnlich ein compensatorisches Emphysem; in anderen Fällen entstehen Bronchiectasien. In den cirrhotischen Partien kommt es zu gangränösen oder eitrigen Processen.

Das klinische Bild wird beherrscht durch die Katarrhe, sei es, dass sie primär, auf den Reiz des Staubes erfolgen, sei es, dass sie Folgeerscheinungen des Emphysems oder derBronchiectasien sind. Um die unwegsam gewordenen Alveolen und Bronchiolen zeigen sich hier und da die Symptome der Bronchopneumonie. Bei dem Zerfall der Cirrhosen treten die Symptome des Lungenabscesses, der Lungeneiterung, in den Vordergrund. Catarrhe.

Die croupöse Pneumonie wird ebensowenig als die Tuberkulose durch die Staubinhalation erzeugt, aber beiden Infectionen wird unzweifelhaft dadurch Vorschub geleistet. Sowohl die Catarrhe als die bronchopneumonischen Processe bieten günstige Verhältnisse für die Ansiedelung der pathogenen Bacterien. Auch verwunden die scharfen Staubarten bei ihrem Eindringen die Schleimhaut, und die kleinen Wunden stellen geeignete Eingangspforten für die Infectionserreger dar. Infectionen.

Ist hiernach die Staubinhalation nur ein prädisponirendes Moment für die Phthise, so kann dasselbe doch bei reichlicher Anwesenheit von Tuberkelbacillen in der Respirationsluft so mächtig werden, dass es den Procentsatz der Sterblichkeit ganz wesentlich beeinflusst.

2) Der Kohlenstaub. Am häufigsten findet sich in den Lungen der Kohlenstaub. Während die Kinderlunge rosaroth aussieht, hat die Lunge des Erwachsenen eine dunklere bis schiefergraue Farbe, als Folge der während des Lebens eingeathmeten Kohle (anthracosis pulmonum). Die Lungen der Kohlenarbeiter bergen naturgemäss die grössten Mengen Kohlenstaub. Die pigmentarme Lunge einer Frau enthielt 1 g, eine Kohlenlunge mittleren Grades 9,5 g Kohle. Von den verschiedenen Kohlenstaubarten ist der Russ, weil amorph, der ungefährlichste, während die Braun-, Stein- und Holzkohle vermöge ihrer splitterigen Beschaffenheit eher Verletzungen des Lungengewebes bewirken. Andere Symptome als die des Catarrhes und des Emphysems sind bei Kohlenarbeitern selten; ebensowenig ist Pneumonie oder Tuberkulose häufig. An den Orten, wo die Kohle in grossen Mengen eingeathmet wird, kommen Tuberkelbacillen entweder nicht vor (Plätze der Häuer in den Bergwerken), oder sie werden durch den frischen Luftzug (Kohlenschuppen, Heizräume) rasch fortgeführt; ausserdem können in diesem Berufe schwächliche Personen kaum Verwendung finden. Folgen.

3) Der Eisenstaub. Unter siderosis pulmonum versteht man die Einlagerung von Metallstaub, insonderlich von Eisen-

staub, in die Lungen. Das Eisen wird als Eisenrost (englisch Roth) oder als metallisches Eisen (Eisenspäne) aufgenommen. Englisch Roth wird von den Leuten, welche geschliffenen Gegenständen trocken die Politur geben, und von den Emballage-Verfertigern für Blattgold eingeathmet. Metallisches Eisen athmen die Feilenhauer und die sog. Trockenschleifer ein, sofern nicht durch besondere Vorsichtsmassregeln der Inhalation dieses scharfen Stein- und Eisenstaubes vorgebeugt wird.

Folgen. Wenn auf die catarrhalische Entzündung eine cirrhotische folgt und später in den verödeten Geweben Nekrose auftritt, so bezeichnet man diese Processe als „Schleiferschwindsucht".

Neben dieser ist die eigentliche Tuberkulose bei den Schleifern sehr verbreitet. Im Jahre 1876 constatirte Beyer, dass von 196 Schleifern Remscheids nur 24 älter als 40 Jahre waren. 12 Jahre später theilte Canedy mit, dass von 40 Schleifern einer Messerschmiede innerhalb 10 Jahren 23 an chronischen Affectionen der Athmungsorgane gestorben waren. In den letzten Jahren haben sich die Gesundheitsverhältnisse in den Metallschleifereien mit Staubabsaugung durch die hygienischen Massnahmen ganz wesentlich gebessert.

Wenn zum Nachweis des Eisens in der Lunge das Mikroskop versagt, so hilft die Chemie. Theilchen des verdächtigen Lungengewebes werden im Reagensglase mit Salzsäure gekocht; der salzsaure Auszug wird mit Ferrocyankaliumlösung versetzt und färbt sich bei Anwesenheit von Eisen blau (Berliner Blau).

4) Der Bronce- und Zinkstaub. Beide Staubarten bedingen angeblich nur Catarrhe. Die nach Einathmung von Zinkstaub auftretenden, chronischen Vergiftungserscheinungen werden vielfach, und anscheinend mit Recht, als chronische Bleivergiftung gedeutet.

5) Der Steinstaub. Die Einlagerung von Steinstaub in die Lungen, chalicosis pulmonum, findet sich bei Porzellanarbeitern und Töpfern, bei Specksteinsägern, Cementarbeitern, bei Edelstein-, Feuerstein- und Glasschleifern, bei Mühlsteinschärfern, bei Stampfmüllern, d. h. Leuten, welche den groben Quarz zerkleinern, um ihn für die Porzellan- und Glasindustrie brauchbar zu machen.

Industrien.

In der Lungenasche eines 6 Monate alten Kindes wurde eine Spur, in der eines Mannes, welcher nicht Staubarbeiter war, 7%, in der eines Steinhauers 20% Sand gefunden (Meinel). Die Kieselsäure und ihre Verbindungen bilden den gefährlichsten Staub. Je schärfer die Ecken und Kanten, je härter das Korn ist, um so zahlreichere Verletzungen werden gesetzt, um

Folgen.

so mehr treten Catarrhe auf und um so leichter wird eindringenden Infectionserregern die Ansiedelung gemacht. Kalkstaub wird zum Theil resorbirt. Unter Fortlassung aller älteren Statistiken sei nur erwähnt, dass von 344 Gehilfen des Verbandes der Steinmetzen Deutschlands 311 = 90,4 % an Lungen- und Kehlkopfschwindsucht litten, und dass das Durchschnittsalter von 240 Steinmetzen nur 29 $^{1}/_{6}$ Jahr betrug, dass ferner von diesen 240 Steinarbeitern nur der vierte Theil einen gesunden Kehlkopf besass, und 32,5 % an Tuberkulose litten (Sommerfeld, 1892). Sehr schädlich ist der bei dem Verarbeiten der Thomasschlacken (8—20 % Aetzkalk, 40 % phosphorsaurer Kalk) entstehende Staub, möglicherweise deshalb, weil zu der mechanischen Reizung durch die eckigen Partikel noch eine Aetz- oder toxische Wirkung hinzukommt; häufig entstehen durch diesen Staub Pneumonien.

Weniger gefährlich als der anorganische ist der vegetabilische Staub.

6) Der Tabakstaub. Der Tabakstaub steigt hauptsächlich auf beim Sortiren bezw. Herausnehmen der trockenen Blätter, dem Sieben und Verpacken des Rauchtabaks, dem Mahlen, Rappiren und Sieben des Schnupftabaks, während die Fabrikation der Cigarren, des Roll- und Kautabaks mit geringer Staubentwickelung verbunden ist. Die neu eintretenden Tabakarbeiter leiden oft in der ersten Zeit an Catarrhen und nervösen Störungen, welche später, ohne Folgen zu hinterlassen, schwinden. Die Tuberkulose fordert viele Opfer. Neuralgien und motorische Störungen kommen vor, wenn die Nikotin und Nikotianin enthaltenden Tabakdünste längere Zeit eingeathmet werden. Die Tabakarbeiter sind im Allgemeinen schwächlich; dabei ist indessen zu berücksichtigen, dass in der Tabakfabrikation noch Leute beschäftigt werden können, welche ihrer Constitution nach für andere Berufsarten nicht mehr tauglich sind (S. 328).

7) Der Baumwollenstaub. In der Baumwollenindustrie wird der meiste und schärfste Staub bei der Vorbereitung der Baumwolle durch den Reisswolf und die Karden erzeugt; bei der Spinnerei, Weberei und Wattefabrikation ist er geringer und viel weniger scharf; daher leiden nach den Untersuchungen von Schuler und Burkhardt die vorbereitenden Arbeiter zu 7,2 %, die Weber zu 4,0 % und die Spinner zu 4,9 % an Erkrankungen der Athmungsorgane.

8) Der Holz- und Getreidestaub. Von der Einwirkung des Holz- und Getreidestaubes weiss man bis jetzt wenig. Nach

Hirt sollen von 100 kranken Müllern 42 an Affectionen der Luftwege leiden.

(Wenn Mehl in feinster Vertheilung und grosser Menge, etwa 40 g auf den cbm, in der Luft schwebt, so kann es durch offenes Licht zum plötzlichen Verbrennen gebracht werden, sog. Mehlexplosion. Kohlenstaub explodirt nur dann, wenn zugleich 2—3 % Grubengas in der Luft sind.)

9) Der animalische Staub wird eingeathmet in der Kürschnerei, bei dem „Fachen“ (Durcheinanderarbeiten der Haare) in der Hutfabrikation, dem „Scheeren“ in der Tuchindustrie und bei der Horn-, Perlmutter- und Knochendrechslerei sowie der Fabrikation künstlichen Düngers aus thierischen Abfällen. Die klinischen Erscheinungen sind den vorher besprochenen gleichartig, jedoch weniger intensiv. Augenbindehaut-Catarrhe sind häufig.

10) Die Hadern-Krankheit. Der beim Sortiren der Wolle und der Haare entstehende Staub bietet besonderes Interesse. Man beobachtete zuerst in Niederösterreich und Steiermark (1870) bei den Lumpensortirerinnen und in England bei den Wollsortirern eine eigenthümliche Affection. Die Individuen

Symptome. erkranken mit allgemeiner grosser Abgeschlagenheit und mit Athemnoth. Die Temperatur steigt in den meisten Fällen wenig, sinkt später sogar unter die Norm, die Schwäche wird grösser, und bei erhaltenem Bewusstsein gehen die Befallenen in 2—5

Befund. Tagen zu Grunde. Die Obduction ergiebt regelmässig seröse oder fibrinöse Pleuritis, lobäre oder lobuläre Pneumonie oder auch Compressionsatelektasen bezw. entzündliche ödematöse Erweichungen des Lungengewebes, entzündliche Schwellung der Bronchialdrüsen, parenchymatöse Degeneration der Leber, des Herzens, der Nieren, Milztumor und catarrhalische Erscheinungen in den Luftwegen. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes zeigt bewegungslose Stäbchen, welche man sehr bald als Milzbrandbacillen erkannte. (Eppinger.)

Aetiologie. Man darf annehmen, dass in den meisten Fällen von „Wollsortirer- oder Hadern-Krankheit“ eine Milzbrandaffection vorliegt.

Indessen ist nicht völlig ausgeschlossen, dass auch andere Bacterien ein klinisch und anatomisch-pathologisch ähnliches Krankheitsbild geben. Darauf deuten die Beobachtungen von Kranhals, welcher von dem Bacillus des malignen Oedems, von Bordoni-Uffreduzzi, welcher von dem proteus hominis capsulatus Krankheitserscheinungen sah, die von denen des Lungenmilzbrandes nicht zu unterscheiden waren.

11) Schutzmassnahmen. Um den Schädigungen durch die Inhalation des Staubes in der Industrie entgegen zu treten, ist anzustreben:

a) Die Verhinderung der Entstehung des Staubes. Diese Forderung lässt sich in sehr vielen Fällen erfüllen, so z. B. durch Anfeuchtung des zu verarbeitenden Materials bei vielen Polir- und Schleiferarbeiten, in einem Theil der Baumwollenindustrie, der Drechslerei etc.

b) die Verhinderung der Communication der Staubquellen mit den Arbeitsorten.

In den Stampfwerken, bei der Kugelmüllerei, der Broncefabrikation, dem Mischen, Rühren und Sieben der Bestandtheile des Glas- und Porzellangutes, und in manchen anderen Fällen kann die Arbeit in staubdichten Behältnissen und mittelst Rühr- oder Schüttelwerk vorgenommen werden. Die Technik muss hier für den Schutz der Gesundheit der Arbeiter noch werkthätiger eintreten, als sie das bisher schon gethan hat.

c) Die locale Ventilation.

d) Die allgemeine Ventilation.

e) Die Filtrirung der Luft durch Respiratore.

f) Die Anwendung von Freiluftathmern. Die vier letzten Punkte sind im Anfang dieses Kapitels ausführlich besprochen.

g) Die grösstmögliche Reinlichkeit; täglich soll zwei oder mehrere Male, in den Pausen, der Staub feucht aufgewischt werden; ausserdem ist alles Ueberflüssige, was dem Staub als Ablagerungsstätte dienen kann, aus dem Local zu entfernen.

h) Glatte, an den Händen, dem Hals, den Knöcheln dicht anschliessende Arbeitskleider, die ausserhalb der Arbeitsstätte aufzubewahren sind.

i) Gesundes Personal. Je nach der Beschäftigungsart sind die Anforderungen an die körperliche Brauchbarkeit verschieden; es sollte eine Untersuchung der neu einzustellenden Leute durch einen mit dem Betriebe völlig vertrauten Arzt statthaben.

k) Den hustenden Arbeitern ist besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden; wenn möglich, sollen sie in einem staubfreien Theil des Betriebes Verwendung finden. Jedenfalls ist mit aller Strenge darauf zu achten, dass sie nicht an die Erde, sondern in feuchtgehaltene Näpfe spucken. Diese sollen in jeder Werkstätte vorhanden sein. Die Arbeiter sind über die Bedeutung des Auswurfs für die Verbreitung der Tuberkulose zu unterrichten.

l) Ein Wechsel in der Arbeit des Personals, damit nicht der einzelne Arbeiter zu lange der Schädigung des Staubes ausgesetzt sei.

m) Der Hadernkrankheit beugt man vor durch Desinfection

der Wolle und der Lumpen. Leider stehen die Kosten der Desinfection in schroffem Gegensatz zu dem Preis der Lumpen. Da jedoch die Hadern vor der Verarbeitung gereinigt werden müssen, so lasse man diese Manipulation die erste sein und modificire sie zweckmässig für die Desinfection. Die mit Drahtgeflecht überzogenen Sortiertische mit Staubabsaugung nach unten sind nur Nothbehelfe.

12) Gesetzliche Bestimmungen. Die Gesetzgebung in Deutschland hat sich bis jetzt, von einzelnen ganz localen Verordnungen und dem allgemein gehaltenen § 120 der R.-G.-O. (siehe Seite 315) abgesehen, mit den Staubgewerben noch wenig befasst.

Für die Cigarrenfabrikation ist eine Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 8./7. 1893 erlassen. Die Verordnung beabsichtigte in erster Linie, der Kleinindustrie, welche ihre Arbeiter besonders hohen sanitären Schädlichkeiten durch Benutzung unpassender Räumlichkeiten etc. aussetzte, zweckentsprechende Massnahmen gegen den Staub und den Nikotindunst aufzugeben. Wohn- und Lager- und Arbeitsräume müssen von einander getrennt, letztere mindestens 3 m hoch, hell, luftig und gedielt sein, und jedem Arbeiter 7 cbm Luftraum gewähren. Auch ist tägliche Lüftung und feuchte Reinigung vorgeschrieben.

Ferner hat der Reichskanzler eine Belehrung erlassen (18./4. 91), welche die Massnahmen gegen die Gesundheitsschädigungen durch die Verarbeitung ausländischer Rohhäute enthält. Die Häute sollen abgesondert gelagert werden; Staub ist durch Besprengen mit Wasser zu verhindern; die Lagerplätze etc. sind mit Kalkmilch zu desinficiren; die Packmaterialien, Haare, Lohe und Kehricht zu verbrennen.

F. Schädigungen durch den Giftstaub der Industrie.

1) Das Blei. Bei der Verhüttung und Reinigung des Bleies — Deutschland liefert mit 25 Millionen kg $^1/_4$ der Weltproduction —, bei der Reduction des Bleioxydes entsteht der „Bleirauch“, in der Hauptsache aus feinst vertheiltem, metallischem Blei, Bleioxyd und kohlensaurem Blei bestehend. Bei der Verarbeitung des Bleies ist am wichtigsten die Fabrikation des Bleiweisses. In Deutschland lässt man zunächst Essigdämpfe auf Bleiplatten einwirken; das entstandene basisch essigsaure Blei wird durch Kohlensäure in kohlensaures Blei, d. h. Bleiweiss, umgewandelt. Das rohe Bleiweiss wird durch Schlemmen von den gröberen Partikeln befreit, getrocknet, im Desintegrator gemahlen und in Fässern verpackt oder nach dem Mahlen mit Oel angerieben. Eine andere Farbe, die Mennige (Pb_3O_4), entsteht durch Erhitzen des Massikots (Bleioxyd) auf 300—400°;

Blei-industrie.

dabei kann Blei als Bleirauch, Bleioxyd und Hyperoxyd verstäuben.

Das metallische Blei und alle Bleipräparate mit Ausnahme des Rhodanbleies sind giftig. Sie können durch die Athmungs- und Digestionsorgane, sowie durch die Haut aufgenommen werden. Bleivergiftung.

Die Symptome der chronischen Bleivergiftung sind Bleisaum (Schwefelblei) am Zahnfleisch, Appetitlosigkeit, Bleikolik mit Verstopfung, Bleilähmungen (nerv. radialis) und den rheumatischen ähnliche Gliederschmerzen (arthralgia saturnina); bei noch höheren Graden tritt die Encephalopathia saturnina auf, bei welcher eklamptische Zufälle und andere Erscheinungen seitens des Centralnervensystems im Vordergrunde stehen. Die älteren Bleiarbeiter haben fast alle an irgend einer Form der Bleikrankheit gelitten. Ausser den eigentlichen Bleiarbeitern sind die Silber- und Zinkhüttenarbeiter, die Anstreicher und Lackirer, Zinngiesser, Glasurarbeiter, die Buchdrucker, die Jacquardweber und manche andere Arbeiter der Blei-Intoxication ausgesetzt.

Der Bundesrath hat unter dem 8./7. 1893 eine Bekanntmachung erlassen, die Einrichtung und den Betrieb der Bleifarben- und Bleizuckerfabriken betreffend, welche die besten prophylactischen Massnahmen enthält. Prophylaxe.

Die Arbeitsräume müssen hoch, geräumig, gut ventilirt sein, feucht und rein gehalten werden. Die Apparate sollen staubdicht sein. Wo Bleistaub in die Arbeitsräume eintreten kann, muss er sofort an der Eintrittsstelle abgesaugt werden. Wo sich Staub nicht vermeiden lässt, sind Respiratore zu tragen. Zum Arbeiten in Bleilösungen sind die Hände einzufetten oder mit wasserdichten Handschuhen zu versehen. Bei der Arbeit sollen Oberkleider angezogen werden; gesonderte Wasch-, Ankleide-, Speise- und Baderäume müssen vorhanden sein. Arbeiterinnen und jugendliche Arbeiter dürfen nicht beschäftigt werden. Die Arbeitsdauer soll 12 Stunden nicht übersteigen. Nur solche Personen können zugelassen werden, welche eine ärztliche Bescheinigung beibringen, dass sie „weder schwächlich, noch mit Lungen-, Nieren- oder Magenleiden oder mit Alkoholismus behaftet sind“. Die gesundheitliche Ueberwachung ist einem Arzt zu übertragen, welcher mindestens jeden Monat die Arbeiter untersuchen und über jeden Fall von Bleierkrankung den Arbeitgeber benachrichtigen muss.

Unter dem 11. 5. 1898 hat der Bundesrath den vorigen entsprechende Bestimmungen für die Accumulatoren-Fabriken erlassen. Zum Schutze der Buchdrucker und Schriftgiesser (31. 7. 1897) ist bestimmt worden, dass in den Giessereien 15, in den Setzereien 12 cbm Luftraum pro Person zu gewähren sind. Die Räume müssen gut gedielt, die Wände mit leicht zu reinigendem Oelanstrich oder jährlich zu erneuerndem Kalkanstrich versehen sein, die Setzkästen sind im Freien zu reinigen. Ausserdem werden ausgiebige Waschgelegenheiten mit Lieferung von Seife und Handtuch verlangt.

Der Gebrauch des Zinkweisses an Stelle des Bleiweisses, des bleifreien Letternmetalls, der eisenummantelten Bleigewichte in der Jacquardweberei, die Einführung bleifreier Glasuren und Emaillen etc. haben neben den sanitären Vorschriften die Bleivergiftung in der Industrie in den letzten Jahren wesentlich vermindert.

2) Das Arsen. Am gefährlichsten von den Arsenverbindungen ist der Arsenwasserstoff, ihm zunächst steht die arsenige Säure, dann folgen die wasserlöslichen, darauf die übrigen Arsenverbindungen. Acute Vergiftungen in der Industrie sind selten. Die Symptome der chronischen Vergiftung sind Kopfschmerz, Druck im Schädel, Geschwürchen im Mund, chronische Magenbeschwerden, Brennen im Schlund, nervöse Störungen etc. Gefährdet sind die Arbeiter der Arsenverhüttung, der Arsenfarben-, der Buntpapier-, der Blumenfabriken etc. Letztere Betriebe sind durch das Gesetz vom 5. 7. 1887, die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben bei der Herstellung von Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen betreffend (siehe Seite 125 und 136), wesentlich eingeschränkt.

Vergiftungen.

Prophylaxe.

Als Schutz gegen die Intoxication dienen möglichst dichter Schluss aller das Gift in Staubform enthaltenden Apparate, locale und allgemeine kräftige Ventilation, an den Händen, am Halse, an den Knöcheln dicht anschliessende Arbeitskleider, reichliche Waschgelegenheit und Handtücher zum ausgiebigen Abtrocknen. Respiratore oder Freiluftathmer bei bestimmten Arbeiten und die Reinigung von Nase und Mund mit Antidot, dem frischbereiteten Eisenoxydhydrat. Rohe Salz- oder Schwefelsäure, sowie Zink sind oft arsenhaltig; es ist daher der Arbeiter vor der Einathmung des entwickelten Wasserstoffs (event. durch Vorlage einer Waschflasche mit ammoniakalischer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd) zu schützen, da schon kleinste Mengen von Arsenwasserstoff, wenige ccm, zur tödlichen Vergiftung genügen.

3) Das Quecksilber kann als Quecksilberverbindung oder als Quecksilberdunst in den Körper aufgenommen werden. Dieser entsteht bei der Verhüttung des Quecksilbers, der Thermometer- und Glühlampenfabrikation, der Amalgamirung verschiedener Metalle und der Spiegelfabrikation. Letztere Industrie ist die bedeutendste. Auf Marmortischen wird Zinnfolie ausgebreitet, die mit Quecksilber übergossen und angerieben wird. Die polirte Glasscheibe wird über das Zinnamalgam geschoben, mit Gewichten beschwert und leicht schräg gestellt, damit das überschüssige Quecksilber abfliessen kann. Nach 24 Stunden kommt

Spiegelfabrikation.

der Spiegel in den Trockenraum, wo das noch zurückgebliebene Quecksilber allmählich abläuft oder abdunstet.

Der chronische Mercurialismus beginnt mit Speichelfluss und Entzündung der Mundschleimhaut, später folgen Lockerung der Zähne, sowie Erscheinungen von Seiten des Digestionstractus. Im weiteren Verlauf treten tremor mercurialis und hier und da psychische Störungen auf. Lungenleiden sind bei Quecksilberarbeitern nicht selten. Die eigentliche Mercurialcachexie ist, da die Quecksilbervergiftung jetzt früh genug in Behandlung kommt, fast ganz verschwunden. Symptome der Vergiftung.

Die hygienischen Massnahmen sind in präciser Form enthalten in den „Vorschriften, betreffend die Einrichtung und den Betrieb von Spiegelbeleganstalten“.

(Erlass des preussischen Ministers vom 18. 5. 1889, des bayrischen Ministers vom 31. 7. 1889.) Die Herstellung von Quecksilberspiegeln darf nur in kühlen Räumen geschehen, deren Fenster nach Norden liegen. In den Beleg- und Trockenräumen muss die Arbeit ausgesetzt werden, wenn die Temperatur 25° übersteigt. Heizung darf nur stattfinden durch Zuführung von höchstens 15° warmer Luft. Eine künstliche Ventilation muss jedem Arbeiter mindestens 60 cbm Luft in der Stunde liefern. Im Belegraum muss 40 cbm, im Trockenraum 30 cbm Luftraum pro Kopf gewährt sein bei einer Minimalhöhe der Räume von 3,5 m. Der Fussboden ist glatt herzustellen, stets feucht zu halten und täglich auszukehren; die Arbeitszeit in den Beleg- und Trockenräumen darf im Winter 8, im Sommer 6 Stunden nicht überschreiten. Das Anreiben der Zinnfolie soll nicht mit der Hand geschehen. Der Arzt hat neu einzustellenden Leuten zu bescheinigen, „dass nach dem Ergebniss der körperlichen Untersuchung besondere Umstände, welche von der Beschäftigung in einer Spiegelbeleganstalt aussergewöhnliche Nachtheile für ihre Gesundheit befürchten lassen, nicht vorliegen“. Sämmtliche Arbeiter sind alle 2 Wochen zu untersuchen. Die Vorschriften über die Krankenbuchführung, die Kleidung, Wasch-, Speise- und Baderäume sind mit denen der Bleiindustrie übereinstimmend. Prophylaxe.

Die Beachtung dieser Vorschriften und die vielfache Verwendung des Silbers statt des Quecksilbers hat die früher sehr hohe Krankenzahl (über 80 % der Arbeiter) auf fast Null heruntergedrückt.

Zur Filzhutfabrikation werden die Hasenhaare durch Bestreichen der Felle mit salpetersaurem Quecksilberoxyd abgelöst. Da hierbei eine schwer lösliche Verbindung mit dem Keratin entsteht, so sind die Arbeiter der Filzbranche gefährdet. Gründliches Auswaschen der Haare event. unter Zusatz entsprechender Chemikalien beseitigt den grössten Theil der Gefahr; sie wird erst völlig verschwinden durch Verwendung einer quecksilberfreien Beize.

4) Der Phosphor. Der Phosphor findet seine hauptsächliche Verwendung in der Zündwaaren-Industrie. Zündholzindustrie.

Die geschwefelten Hölzchen werden in die Zündmasse getunkt. Diese besteht aus einem dünnen Klebemittel, welchem ausser einem Sauerstoffträger, z. B. Salpeter, 5—7 % weisser Phosphor beigemischt sind. Die eingetunkten Hölzer werden in besonderen Kammern getrocknet, dann verpackt. Bei der Bereitung der Zündmasse, dem Eintunken, Trocknen und Verpacken entweicht Phosphor in feinster Vertheilung.

Vergiftung. Die acute Vergiftung kommt in der Industrie kaum vor; die chronische beginnt mit Zahnschmerz, es folgt Lockerwerden der Zähne, Periostitis der Kiefer und Nekrose, „Phosphornekrose“. Diese Krankheit ist zur Zeit selten geworden, und zwar zunächst durch die Einführung der sogen. schwedischen Streichhölzer. Die Köpfchen der paraffingetränkten Stäbchen bestehen aus chlorsaurem und chromsaurem Kali, Braunstein und Glaspulver. Die Reibfläche der Schachtel enthält den ungiftigen rothen Phosphor. Sodann wirkte das Reichsgesetz vom 13. 5. 1884 wohlthätig ein. Nach demselben dürfen Zündhölzchen unter Verwendung von weissem Phosphor nur in besonderen Anlagen hergestellt werden. Hierdurch wurde die Hausindustrie, welche früher das grösste Contingent zu den Phosphornekrosen stellte, lahmgelegt. Ferner schreibt das Gesetz vor, dass Kinder überhaupt nicht, jugendliche Arbeiter nur beim Verpacken und Abfüllen beschäftigt werden dürfen. Die sonstigen hygienischen Massnahmen sind in dem Erlass des Bundesraths vom 8. 7. 1893 enthalten:

Schwedische Streichhölzer.

Reichsgesetz

Die Zündmasse soll in luftdicht schliessenden Behältern unter ständigem Luftwechsel des Raumes bereitet werden. Die Räume für die Bereitung der Zündmasse, das Eintunken und Trocknen sollen mindestens 5 m hoch und gut ventilirt sein. Der Abfüllsaal muss jedem Arbeiter 10 cbm Luftraum gewähren. Nur solche Arbeiter sind zuzulassen, denen ärztlich bescheinigt ist, „dass sie nicht an Phosphornekrose leiden und vermöge ihrer Körperbeschaffenheit der Gefahr, von dieser Krankheit befallen zu werden, nicht in besonderem Masse ausgesetzt sind“. Vierteljährlich hat der Arzt die Arbeiter zu untersuchen. Die Listenführung, die Kleidung, die Wasch- und Speiseeinrichtungen sind die für die Gifte verarbeitenden Industrien allgemein eingeführten.

5) Unter den Chromverbindungen zeichnen sich vor allem die Alkalichromate (doppeltchromsaures Natrium und -Kalium) dadurch aus, dass sie eingeathmet die Schleimhaut der Nase und des Rachens angreifen, wobei sie zu geschwürigen Processen mit Durchlöcherungen der Nasenscheidewand führen; ausserdem erzeugen sie, in kleine Hautverletzungen gelangt, tiefe, schwer heilende Geschwüre. Um diesen erheblichen Schädigungen entgegen zu treten, war es nothwendig, das Zerstäuben und Ver-

spritzen der Chromate möglichst zu verhindern, den trotzdem entstehenden Chromatdampf und Chromatstaub sofort am Entstehungsort abzusaugen, den Arbeitern ausgiebige Gelegenheit zum Waschen und Nase- und Mundausspülen zu geben und die Arbeiter täglich auf kleine Wunden zu untersuchen. (Bundesrathsbeschluss vom 2. 2. 1897.)

6) Das Giess- und Messingfieber tritt bei Arbeitern auf, welche die beim Zusammenschmelzen von Zink und Kupfer entstehenden dichten, weissen Dämpfe einathmen. Die Leute erkranken einige Stunden später an einem heftigen, malariaähnlichen Anfalle mit reichlichem Erbrechen und starkem Kopfschmerz. Am folgenden Tage ist wieder Wohlbefinden vorhanden. Dauernde Schädigungen entstehen anscheinend nicht. Die individuelle Empfänglichkeit für das Giessfieber ist sehr verschieden. Durch gute Oefen, kräftige Ventilation und Tragen von Respiratoren lässt sich die Krankheit vermeiden.

II. Schutz des Publikums vor Belästigungen und Schädigungen durch Industrie und Gewerbe.

1) Die Schädigungen. Zu diesen sind zu rechnen zunächst die Explosionen, wie sie bei der Bereitung von Zündstoffen oder in Folge des Berstens von Dampfkesseln auftreten.

Für die Vermeidung von Explosionen in Zündwaarenfabriken sind je nach der Art des Betriebes verschiedene Massnahmen erforderlich. (Verordnung in Preussen vom 24. 8. u. 25. 9. 1887, und 19. 10. 1893.) Um die Explosionen der Dampfkessel zu verhindern, verlangt die Reichsgewerbeordnung (§ 24) die Genehmigung zur Anlage und zum Betrieb.

Die allgemeinen polizeilichen Bestimmungen über die Anlegung von Dampfkesseln, ihre Construction, Ausrüstung mit Sicherheitsvorrichtungen, Prüfung auf Widerstandsfähigkeit etc. sind enthalten in der Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 2. 8. 1890. Ausserdem existirt in Preussen ein Gesetz betreffend den Betrieb von Dampfkesseln vom 3. 5. 1872 und eine Anweisung des Handelsministers vom 15. 3. 1897, betreffend Genehmigung und Revision von Dampfkesseln.

Intoxicationen sind möglich durch die giftigen Gase, den Staub und die Abwässer der Industrie. Der abgeführte oder abgesogene Staub darf nicht direct in das Freie gelassen werden. Er wird entweder in Staubkammern und Kanälen zum Absetzen gebracht, oder in Wasser geleitet und ausgewaschen, oder verbrannt. Die giftigen Gase können abgefangen, condensirt oder durch chemische Bindung unschädlich gemacht werden. Es ge- Intoxicationen.

lingt jedoch nicht immer, des Staubes oder der Gase völlig Herr zu werden.

Die Abwässer von chemischen Fabriken, Färbereien, manchen Hüttenbetrieben etc. enthalten entweder directe Gifte (Arsen, Blei, Kupfer, Antimonverbindungen) oder Säuren bezw. Alkalien. Die Gefahr der Vergiftung von Grundwasser, Brunnen und Flüssen liegt nahe. Bei den Betrieben, welche viele organische Substanzen oder organisirte Partikelchen in ihren Abwässern bergen (Stärke- und Zuckerfabriken, Brauereien, Leimsiedereien und ähnlichen) ist die Fäulniss der Abwässer oder die Verschlammung der Wasserläufe und nachträgliche Fäulniss zu fürchten.

Die Hygiene muss verlangen, dass die Abwässer der Industrie von den Giftstoffen befreit sind, ehe sie die Fabrik verlassen; der starke Säure- oder Alkaligehalt der Wässer muss abgestumpft werden. Trotzdem ist den Brunnen in der Umgebung gefährlicher Etablissements besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, um so mehr, als aus den Abfällen einiger Industrien Giftstoffe durch das Regenwasser gelöst und in den Untergrund geführt werden. Die an organischen Stoffen reichen Abwässer werden am besten durch Rieselung gereinigt. Wo das nicht angängig ist, müssen je nach der Eigenart des Betriebes andere Reinigungsmethoden angewendet werden; es ist leicht, die suspendirten Stoffe abzufangen, aber schwer, die gelösten organischen Substanzen zu entfernen, weshalb nachträgliche Zersetzung und Fäulniss nicht immer ausgeschlossen sind.

Infectionen

Infectionen sind hauptsächlich zu fürchten in der Lumpen- und Lederindustrie. Wenn auch in erster Linie die Arbeiter der betreffenden Anstalten gefährdet sind, so verbreitet sich doch von diesen aus die Krankheit nicht selten weiter. Beisswänger hat nachgewiesen, dass der Milzbrand in denjenigen Ortschaften Württembergs auftritt, welche die Weissgerberei betreiben, oder welche an fliessenden Wässern unterhalb grosser Weissgerbereien liegen. Die Häute und die Abgänge der Gerbereien sind in ausgiebiger Weise mit Kalk zu behandeln.

Infectionen durch Lumpen werden, wie bereits erwähnt, durch eine zweckmässige, frühe Desinfection verhindert. Ueber die Gefahr der Seuchenhäuser ist Seite 23 gesprochen worden.

In Hospitälern mit infectiösen Kranken ist peinlichste Sauberkeit und ausgiebige Desinfection unbedingtes Erforderniss.

2) Die Belästigungen entstehen durch die üblen Gerüche, welche viele Industrien verbreiten, durch den Russ, den Staub und

den Lärm. Es lässt sich aber Belästigung und Schädigung oft nicht auseinanderhalten. Für eine Begutachtung möge der Satz des Gutachtens der wissenschaftlichen Deputation für das Medicinalwesen in Preussen vom 27. 7. 1886 beherzigt werden: „Wenn die freie Luft häufig so verunreinigt wird, dass man gezwungen ist, sich dagegen abzuschliessen, dann kann es keinem Zweifel unterliegen, dass es sich nicht mehr um eine einfache Belästigung, sondern geradezu um eine Schädigung der Gesundheit handelt." Neben der Behinderung des Genusses der frischen Luft kommt die Unmöglichkeit des Temperaturausgleiches in Betracht. Der gesunde, der kräftige Mann fühlt kaum als Belästigung, was der Kranke, der Genesende, der Schwache schon als erhebliche Schädigung empfindet. Bei der Abschätzung dieser Belästigungen ist daher nicht blos das gesunde, sondern auch das kranke und schwache Individuum zu berücksichtigen.

Der Russ lässt sich, wenn auch nicht ganz entfernen, so doch wesentlich beschränken durch die Anstellung gelernter Heizer und durch die sog. Rauchverbrennung (Seite 200); letztere sollte bei der Concessionirung der Anlage stets verlangt werden. Nicht selten gelingt es, die üblen Gerüche dadurch los zu werden, dass man die Abgase in die Feuerung leitet. — Das Geräusch kann vermindert werden durch Schluss der Fenster der Werkstätten, durch Doppelfenster etc.

In nicht wenigen Fällen lassen sich die Schädigungen und Belästigungen nicht anders vermeiden als durch möglichst grosse räumliche Entfernung. Feuergefährliche, schlechte Gerüche oder giftige Gase oder viel Staub und Lärm erzeugende Anstalten, sowie chemische Fabriken und ähnliche Betriebe, welche für Besitzer, Anlieger und Publikum überhaupt erhebliche Nachtheile, Gefahren oder Belästigungen herbeiführen können, sind nach § 16 der Reichsgewerbeordnung concessionspflichtig. Die §§ 16, 18 u. 26 der R.-G.-O. geben hinreichende Mittel an die Hand, um die Neueinrichtung schädigender und belästigender Betriebe in der Nähe menschlicher Wohnungen zu verhindern. Seite 196 ist der § 23 der R.-G.-O. erwähnt, wonach concessionspflichtige Betriebe in bestimmte Bezirke gewiesen werden können. Bei bestehendem Betriebe kann nach den zur Zeit gültigen Gesetzen (R.-G.-O. § 51) die fernere Benutzung nur „wegen überwiegender Nachtheile und Gefahren für das Gemeinwohl" untersagt werden.

In sehr guter Weise sind die hygienischen Directiven und Massnahmen einer Reihe der concessionspflichtigen Betriebe zusammengestellt in der

preuss. technischen Anleitung etc., hinsichtlich der Genehmigung gewerblicher Anlagen etc. v. 18. 5. 95 mit Nachträgen vom 9. 1. 96 u. 16. 3. 98.

III. Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen.

Wenn dem Arbeiter gegen die Schädigungen des Gewerbes Schutz gewährt ist, so bleibt noch übrig, ihm auch ausserhalb der Stätte seiner Arbeit Fürsorge um sein gesundheitliches Wohl zuzuwenden. Das geschieht in den Arbeiterwohlfahrtseinrichtungen.

A Die Sorge für die Ernährung der Arbeiter.

Wie die Kost des Arbeiters beschaffen sein muss, wie viel Geld dafür ausgegeben werden kann, ist in dem Kapitel Ernährung gesagt, jedoch seien hier 2 Recepte nach Prausnitz angeführt, da sie in vorzüglicher Weise die Bewerthung einer Kost illustriren.

Kost für den ganzen Tag.

	Gewicht	Eiweiss	Fett.	Kohlenhydrate.	Preis
100 g Rindfleisch	80	17	4	—	15
Fett	25	—	25	—	3
Kartoffeln	500	10	1	105	3
Brot	750	45	3	350	20
Milch	250	9	10	12	4
Magerkäse	120	41	14	4	10
		122	57	471	55

Mittagessen. Erbsensuppe, Kalbsbraten u. Kartoffelsalat.

Erbsen	75	16	1	39	3
Fett	20	—	19	—	3
200 g Kalbfleisch	160	32	2	—	27
Kartoffeln	359	6	—	67	2
Oel	12	—	12	—	1
Schwarzbrot	120	7	—	59	3
		61	34	165	39

Nochmals sei darauf hingewiesen, dass die „Consumvereine" die Beschaffung guter und billiger Nahrungsmittel ermöglichen. Leider wird die Arbeiterkost vielfach nicht gut, nicht schmackhaft bereitet. Es ist deshalb der „Haushaltungsunterricht" mit angeschlossenen Kochübungen, wie er von dem Deutschen Verein für Armenpflege und Wohlthätigkeit ins Leben gerufen ist und bereits in einer Reihe von Städten mit gutem Erfolg durchgeführt wird, von grosser hygienischer Bedeutung. Da die Arbeiterin wenig Zeit auf das Kochen verwenden kann, empfiehlt sich die Anschaffung von Grudeöfen (Grude = Braunkohlenab-

Kochunterricht.

fall), welche für wenig Pfennige täglich ohne Aufsicht langsam die Speisen garkochen lassen, so dass die Arbeiterin morgens beim Verlassen der Wohnung die Speisen einsetzt und sie mittags bei der Heimkehr gar vorfindet. Zum Garwerden der Speisen genügen bereits 70 bis 80°. Man kann daher auch die Speisen zunächst auf 100° erhitzen und sie dann in Töpfen in passende, schlecht wärmeleitende Kästen einsetzen, um sie nach 4 Stunden ungefähr gar herauszuholen. Wohlthätig sind ferner die „Arbeiter-Menagen", d. h. Einrichtungen, welche den Arbeitern gegen ein billiges Entgelt an den Industriestätten selbst die Verpflegung gewähren. Gewöhnlich richten die Fabrikherren die Anstalt so ein, dass sie höchstens den Selbstkostenpreis berechnen. Leider wird das humane Streben des Arbeitgebers vielfach von dem Arbeiter mit Misstrauen betrachtet. Besser gefallen dem Manne die „Volksküchen", wo er für sein baares Geld nach seinem Belieben sich eine mehr oder minder reichliche Portion geben lassen kann. Menagen. Volksküchen.

Eine grosse Gefahr liegt in dem Alkoholgenuss. Zweifellos bedarf der Arbeiter bei seiner oft schweren, eintönigen Beschäftigung eines Excitans, und er nimmt dasjenige, welches für den geringsten Preis das Meiste leistet und bequem zu haben ist, den Branntwein. Alkoholgenuss.

Will man dem Genuss desselben entgegentreten, so muss man dem Manne die Möglichkeit gewähren, an dem Arbeitsplatz selbst für ein billiges Geld ein anderes Anregungsmittel zu erhalten; es empfiehlt sich daher, in den Betrieben Thee- und Kaffeeschänken einzurichten. In einigen Industriecentren bestehen auch öffentliche Kaffeeschänken, welche, mit im Winter erwärmtem Lesezimmer vereinigt, dem ermüdeten Arbeiter körperliche Erholung und geistige Anregung gewähren. Man hat vielfach verlangt, dem Arbeiter ein gutes, billiges Bier zugängig zu machen, damit er sich des Schnapses entwöhne. Das ist gut gemeint, führt aber nicht immer zu dem gewünschten Ziel. Gutes Bier ist nicht billig, es erzeugt auch nicht das Gefühl der Wärme, und der Arbeiter ist mit einem Glas Bier den Tag über nicht zufrieden; er verbraucht vielmehr einen beträchtlicheren Theil seines Lohnes, wenn er anstatt des Branntweines Bier trinkt. Besser erscheint der Versuch, die heranwachsende Arbeiterjugend vor der Gewöhnung an den Alkohol zu bewahren. Für jugendliche Arbeiter sollte der Genuss von Schnaps und Bier an den Arbeitsstätten verboten sein. Dahingegen wäre ihnen

dort, vielleicht sogar unentgeltlich, Thee oder Kaffee zu verabreichen.

B. Die Sorge für die Wohnung der Arbeiter.

Thatsächliche Wohnungsverhältnisse.

Um sich ein Bild über die Wohnverhältnisse der Arbeiter in den Städten zu machen, dienen die folgenden Zahlen. In Breslau betrugen im Jahre 1880 die nur aus einem heizbaren Zimmer bestehenden Wohnungen 59 % der Gesammtzahl. In Leipzig bestanden im Jahre 1885 25 % der Wohnungen aus einem heizbaren Zimmer mit Zubehör, 26 % aus 2 Zimmern mit Zubehör; beide Kategorien beherbergten 47 % der Bevölkerung; 1270 Familien, die nur über ein heizbares Zimmer verfügten, theilten diesen Raum noch mit Schlafleuten. Im Jahre 1890 kamen auf 1 heizbares Zimmer mit Küche (oder Kammer) in Alt-Leipzig 3,75, in Neu-Leipzig 4,07 Bewohner. Im Jahre 1893 entfielen in der hauptsächlich von Arbeitern bewohnten Sorauerstrasse in Berlin auf je 2 Räume durchschnittlich 4,4 Menschen, dabei hatten 43 % der gesammten Bewohner unter 20 cbm Luftraum, der Preis einer zweizimmerigen Wohnung betrug durchschnittlich 225 M. In Merseburg und Weissenfels kamen bei einer Gruppe von Arbeiterwohnungen nur 9,8 bezw. 9,7 cbm auf den Wohnraum und 6,7 beziehungsweise 7,0 cbm auf den Schlafraum für jeden Bewohner. Die Wohnverhältnisse der Arbeiter in kleinen Industriestädten sind vielfach erheblich schlechter als in den Grossstädten; am schlechtesten sind wohl die periodischen Landhilfsarbeiter untergebracht. Die meisten Wohnungen der ärmeren Arbeiter gewähren nicht den nöthigen Raum. Eigentlich sollte jede Arbeiterfamilienwohnung, ausser dem nur von einer, höchstens von zwei Familien zu benutzenden Abort, bestehen aus mindestens einer Wohnstube, einer Schlafstube, einer Küche und einem kleinen Vorrathsraum. Sehr wünschenswerth ist eigener Flur und, wo angängig, ein Stückchen Garten. Bei herangewachsenen Kindern sind für die verschiedenen Geschlechter besondere Schlafkammern erforderlich.

a) Allgemeine Anforderungen.

Indessen ist der Verdienst vielfach so schlecht, sind die Miethen so hoch, dass die Arbeiter nur eine aus zwei Räumen bestehende Wohnung miethen können. In solchem Falle ist Wohnstube und Küche zusammen zu legen, und der zweite Raum als Schlafstube zu verwenden. Oft ist sogar nur ein Wohnraum zu erschwingen. Leider ist hier die wirthschaftliche Seite der Frage und nicht die gesundheitliche massgebend.

Will der Arbeiter gesundheitlich entsprechend leben, so darf

er nicht mehr als ungefähr $^1/_7$—$^1/_6$ des Verdienstes für die Wohnung ausgeben, und die erste Forderung der Arbeiterhygiene ist, „dass für dieses Geld dem Arbeiter möglichst viel Raum zur Verfügung gestellt werde, dass also billig gebaut und zu geringem Zins vermiethet werde". Kann das nicht geschehen, so nützt die Erfüllung der übrigen gesundheitlichen Massnahmen nicht viel, die Ueberfüllung macht sie grösstentheils illusorisch. Unter Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes ist zu verlangen, dass jeder Bewohner mindestens 20 cbm Wohnungsraum, wovon die Hälfte als Schlafraum, erhalte, bei einer Zimmerhöhe von mindestens 2,8—3,2 m. Die sächsischen Regulative fordern für eine Familienwohnung, ausser der Küche, mindestens 30 qm Grundfläche. Wo, wie meistens, besondere Lüftungsanlagen nicht zu erschwingen sind, muss die Ventilation mit der Heizung in Verbindung gebracht werden.

b) Specielle Anforderungen.

Bis fast zur Decke gehende doppelt verglaste Fenster mit festem Mittelpfeiler sind zu empfehlen. Auf gute Wärmehaltung der Häuser, auf gute Heizungseinrichtungen ist wegen Ersparniss laufender Kosten ein grosser Werth zu legen. In den Küchen sind eiserne Herde, in den Zimmern, in welchen gekocht werden muss, Kochöfen aufzustellen, welche den Wasserdampf, sowie die Speiseausdünstungen und im Sommer die überflüssige Wärme, ohne das Zimmer zu belästigen, direct in den Kamin abgeben (Seite 207); auch Grudeöfen sind geeignet für den Sommer.

Einzelhäuser.

Mitbestimmend für den Preis einer Wohnung ist der Preis des Bauplatzes, wo letzterer gering ist, lassen sich kleine Familienhäuser einrichten; wo derselbe theuer ist, muss man mit Arbeiterzinshäusern zufrieden sein. Man unterscheidet das Einfamilienhaus (Fig. 131 und 132), Zwei- und Vierfamilienhaus (Fig. 133); diese Häuser können villenartig inmitten kleiner Gärten liegen oder mit Vorgärten und Hofraum zu Strassenzügen vereint sein (siehe Fig. 134 und 135).

Das Bestreben, dem Arbeiter den Erwerb von kleinen Häusern durch Abzahlung zu ermöglichen, ist nur von geringem Erfolg gewesen. Einzelhäuser oder Doppelhäuser sind gewöhnlich zu theuer; die Arbeiterbevölkerung fluctuirt und will vielfach kein eigenes Heim, weil dieses sie beschränkt, dem höheren Lohne nachzugehen. Wo aber der Boden billig, die Verhältnisse patriarchalisch genug waren, um den Hauserwerb zu ermöglichen, da hat man gute Resultate erzielt.

Bei den Massenwohnungen hat man verschiedene Systeme angewendet.

In einigen Vierteln Londons hat man Häuser im Blockbau errichtet; um einen Hof, welcher $^2/_3$ des ganzen Complexes um-

Fig. 131.

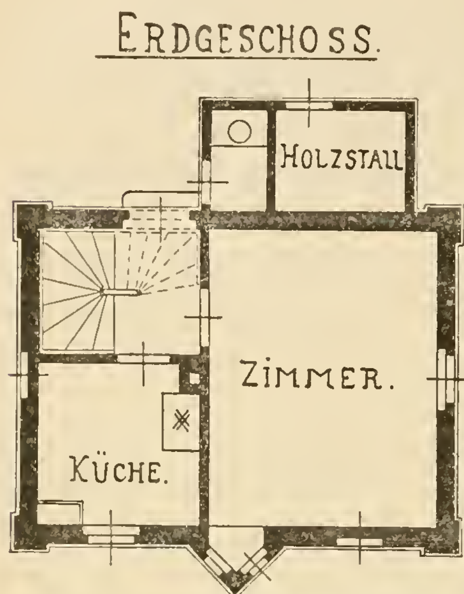
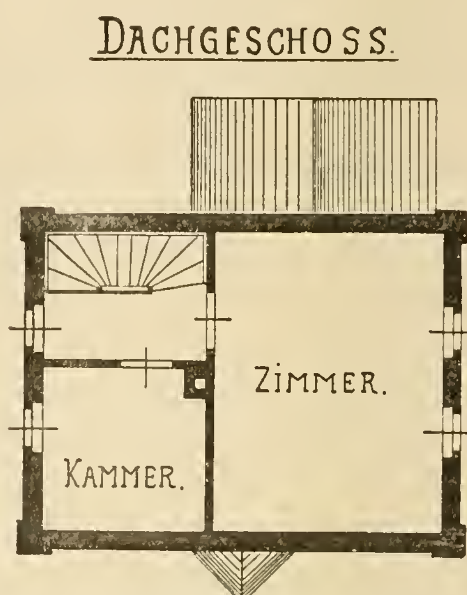


Fig. 132.



Einfamilienhaus der Höchster Farbwerke.
Fig. 131. Erdgeschoss. Fig. 132. Dachgeschoss.

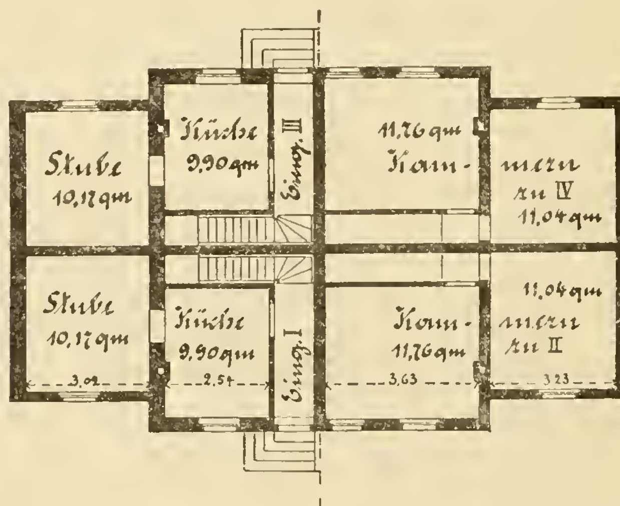


Fig. 133. Vierfamilienhaus mit Theilung über's Kreuz: Haus und Wohnung sind zweigeschossig; jede Familie ist vollständig für sich abgeschlossen. Links die Parterreräume zweier Wohnungen, rechts die Kammern des Obergeschosses der zwei anderen, gegenüberliegenden Wohnungen. Anilinfabrik von A. Leonhardt in Mühlheim a/M.

fasst, schliessen sich hohe Bauwerke mit einer grossen Anzahl Einzelwohnungen. An der Hofseite des Hauses laufen Veranden hin, von wo aus eiserne Freitreppen in den gemeinschaftlichen Hof führen.

In Deutschland sind grosse Miethshäuser mit eingebauten

Treppen mehr beliebt. Sie finden sich hauptsächlich in der Peripherie der Grossstädte.

Bei diesen Zinshäusern, und noch mehr bei den innerhalb der grossen Städte eingerichteten, liegt die Gefahr vor, dass

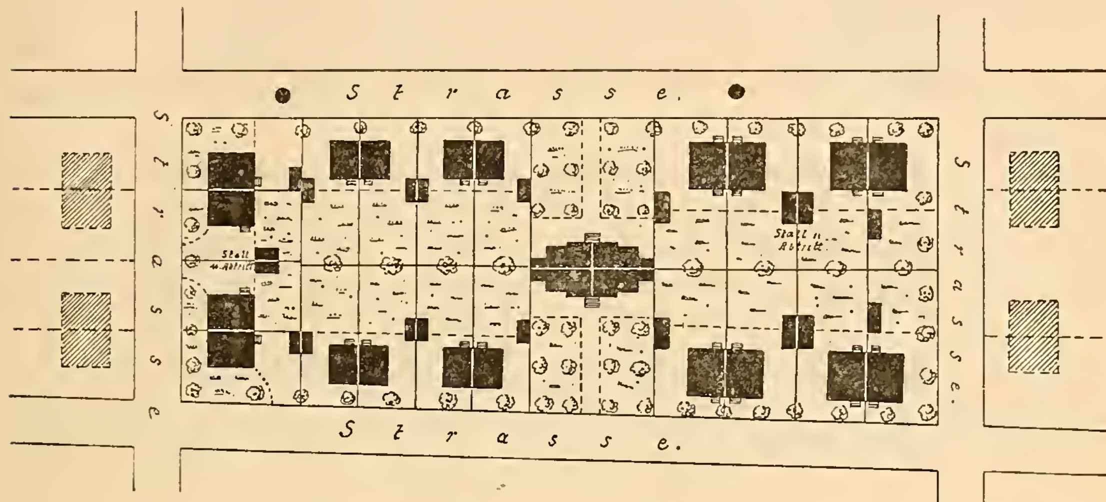


Fig. 134. Arbeitercolonie der Anilinfarbenfabrik von A. Leonhardt — Mühlheim a/M. Offene Bauweise mit 1 Vier- und 10 Zweifamilienhäusern, den dazu gehörigen Stallungen, Aborten und Gärten.

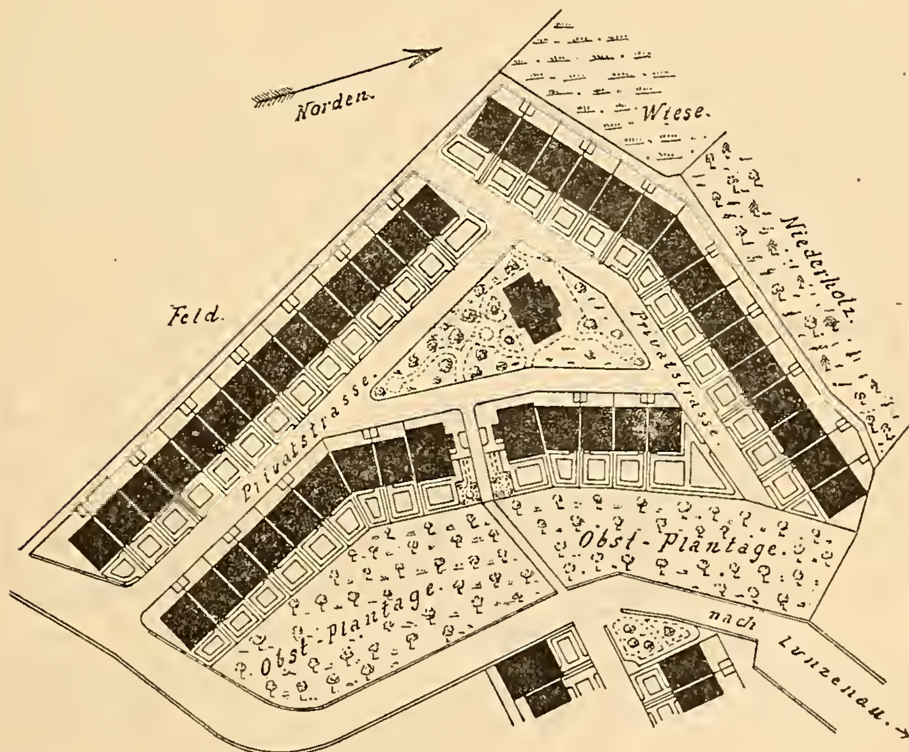


Fig. 135. Arbeitercolonie des Herrn Vogel-Lunzenau mit aneinandergereihten Familienhäusern und Vorgärten.

Licht und Luft durch die Errichtung zu hoher Gebäude und durch zu enge Hofräume und Strassen zu stark beschränkt werden. Entsprechende Normen in den Bauordnungen sind deshalb vorzusehen.

Je weiter von der Stadt entfernt, um so billiger ist der Boden, um so billiger auch die Wohnung. Den von der Arbeitsstätte weit entfernten Arbeitern muss aber eine rasche und billige Kommunikationsmöglichkeit gegeben sein, wie sie z. B. in der Gestalt der Arbeiterfahrkarten auf den Eisenbahnen gewährt wird. Bei Bremen ist eine Arbeiterkolonie eingerichtet, zu deren Hausausrüstung, um die Entfernung zu kürzen, Fahrräder gehören.



Fig. 136. Grundriss des Erdgeschosses eines Arbeiterhauses der Ansiedelung Wilhelmsruhe bei Köln. Die mit gleichen Zahlen bezeichneten Räume bilden je eine Wohnung.

Die Wohnungen für Unverheirathete. Der unverheirathete Arbeiter geht entweder in Einzelquartiere, oder er wird in Massenquartieren untergebracht. Letztere gleichen in ihrer Einrichtung den Kasernen; sie bestehen aus grossen Schlafsälen, Speise- und Erholungszimmern. Den Arbeitern wird nach ihrem Wunsch für billiges Entgeld Speise und Trank gereicht. Die Leute werden zur Ordnung und Sauberkeit angehalten; und so sind diese Arbeiterkasernen, wenn sie sonst den hygienischen Anforderungen entsprechen, günstig zu beurtheilen.

Massenquartiere.

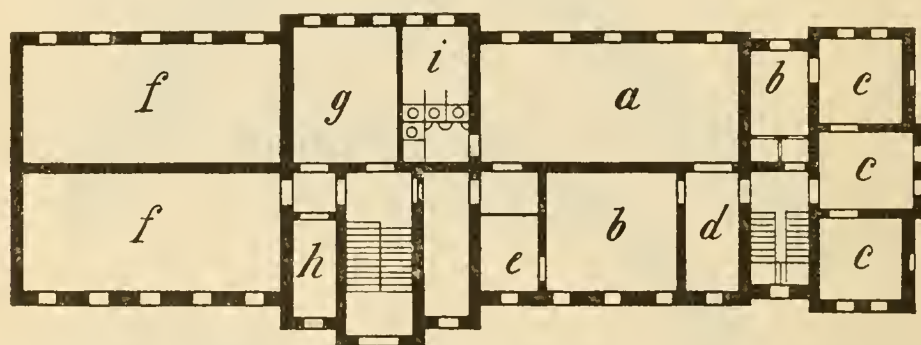


Fig. 137. Erdgeschoss der Arbeiterkaserne der Zuckerfabrik Mühlberg a/E. a Speisesaal, b Küche, c Beamtenwohnung, d Kantine, e Vorräthe, f Schlafsäle (im Oberstock sind noch 4 weitere Schlafsäle gelegen), g Waschraum, h Bad, i Aborte.

Schlafgängerwesen.

Aber viele Arbeiter empfinden die Hausordnung als drückende Fessel, oder sie finden in den Quartieren keinen Platz und miethen sich daher als „Schlafburschen" oder „Schlafgänger" ein, d. h. für ein gewisses Geld bekommen sie eine Schlafstelle und die Erlaubniss sich nach der Arbeitszeit bei der Familie

einzufinden und dort bis zum Beginn der nächsten Arbeitszeit zu verbleiben. Schlafburschen werden meistens von den ärmsten Familien aufgenommen, wodurch der ohnehin knappe Wohnraum noch mehr beengt, die Athmungsluft verschlechtert wird. Zu den sanitären Gefahren kommen die sittlichen Unzuträglichkeiten hinzu. Viele Gemeinwesen haben Regulative erlassen, welche die hauptsächlichsten diesbezüglichen sanitären Massnahmen enthalten. Sanitäre Massnahmen.

Die Schlafräume sollen mit den eigenen Wohn- und Schlafräumen der Familien oder mit den Aborten nicht in directer Verbindung stehen, sie müssen gedielt, mit einer Thür und mindestens einem Fenster in der Aussenwand des Hauses versehen sein. Jedem Schlafgänger muss mindestens 10 cbm Luftraum, je zweien mindestens ein Bett und Waschgeschirr nebst Handtuch gewährt werden. Die zulässige Zahl der Quartiergänger soll in dem Raume selbst angeschlagen sein. Für die Benutzung ist die obrigkeitliche Genehmigung einzuholen. Unverehelichte Personen verschiedenen Geschlechtes dürfen nicht in demselben Raume nächtigen.

S o r g e f ü r B e s c h a f f u n g v o n A r b e i t e r w o h n u n g e n. Bei Wohnungsmangel liegt es in erster Linie den Arbeitgebern ob, für die Unterbringung ihrer Leute zu sorgen. Das geschieht durch Anlage von Arbeiterhäusern, oder Colonien, d. h. zusammenhängenden Gruppen von Häusern. Die Wohnungen werden an die Arbeiter zu einem billigen Miethzins verpachtet. Durch die Arbeitgeber.

In zweiter Reihe stehen die Arbeiter selbst. Es existiren auf dem Princip der eingetragenen Genossenschaften mit beschränkter Haftung basirte, nur aus Arbeitern bestehende Spar- und Baugenossenschaften (z. B. Hannover); die Mitglieder zahlen wöchentlich eine kleine Summe, etwa 0,40 Mk. ein und erlangen dadurch das Recht auf den Mitbewerb um die von der Genossenschaft errichteten Wohnungen, welche hier und da auch in eigenen Besitz übergehen können. Viele Invaliditäts- und Altersversorgungskassen haben ihre Reservegelder zu mässigem Zins solchen Genossenschaften hypothekarisch zur Verfügung gestellt, ein hochanzuerkennendes Vorgehen. Durch die Arbeiter.

Eine dritte Gruppe von Arbeiterwohnungen ist aus milden Stiftungen hervorgegangen. Die Miethe entspricht geringen Kapitalzinsen. Ferner werden durch sog. gemeinnützige Baugesellschaften eine Anzahl Wohnungen eingerichtet und billig vermiethet. Durch Stiftungen und gemeinnützige Gesellschaften.

Die aus all diesen Quellen entstandenen Häuser genügen dem Bedürfniss keineswegs, und es ist wünschenswerth, dass auch in Deutschland auf rein geschäftlicher Basis begründete Actiengesellschaften die Errichtung und Verwaltung von Arbeiter- Durch Actiengesellschaften.

miethshäusern in die Hand nehmen. Die Industriellen sollten sich in erster Linie als Actionäre betheiligen; der Zinsfuss darf jedoch nicht über 3% betragen.

Sauberkeit. Wie immer auch die Wohnung sei, die Arbeiterbevölkerung wird dichtgedrängt oder in engen Räumen wohnen und ist daher den Krankheiten, insonderlich den Infectionskrankheiten, mehr ausgesetzt als die übrige Bevölkerung. Die Reinlichkeit mindert diese Gefahr wesentlich; aber der Sinn für dieselbe fehlt dem Arbeiter noch sehr. In erster Linie muss die Jugend an Reinlichkeit gewöhnt werden, mit dem Erwachsenen ist wenig auszurichten. Daher sind die Schulbäder von so hoher Wichtigkeit; die Kinder werden dadurch zur Körperreinlichkeit erzogen, sie lernen sich der schmutzigen und zerrissenen Unterkleider schämen. Die Reinlichkeit des Körpers und der Kleider hat die Sauberkeit der Wohnung zur Folge. Schon früh sollten die Kinder dazu angehalten werden, mit dem Auswurf vorsichtig umzugehen, um der Verbreitung der Tuberkulose entgegenzutreten.

Im Haushaltungsunterricht ist dem Kapitel „Ordnung und Sauberkeit“ ein grosser Raum zu gewähren. Die Arbeiterinnen müssen es lernen, die noch so ärmliche Wohnung rein und wohnlich, gemüthlich herzurichten, damit der Mann keinen Grund hat, sein Heim mit dem Wirthshaus zu vertauschen.

C. **Die Sorge für die Kinder.**

Eine der Hauptsorgen des Arbeiters ist die Sorge für die Kinder. Wenn Vater und Mutter den Erwerb ausser dem Hause suchen müssen, sind die Kinder eine grosse Last für die Eltern. Für die Kinder selbst liegt die Gefahr der Verwahrlosung in sittlicher und gesundheitlicher Beziehung vor. Deshalb haben schon früh, als die Concentrirung der Arbeit begann, wohldenkende Menschen sich der Kinder der Arbeiter angenommen, und noch jetzt ist die Sorge um dieselben eine der Hauptzweige der Vereinswohlthätigkeit in den Industriecentren.

1) Kinderkrippen sind Anstalten, wohin die Mütter ihre Kinder bis zu 2 Jahren über Tag geben können, um sie abends wieder abzuholen. Den Kindern wird entsprechende Nahrung gereicht. Leider ist die Sterblichkeit, besonders unter den Säuglingen, eine hohe; der Brechdurchfall fordert zahlreiche Opfer, trotzdem die Mütter veranlasst werden, wenn angängig, den Kindern in der Zwischenzeit die Brust zu reichen. Vom gesundheitlichen Standpunkte aus ist zu verlangen, dass in den Krippen

die grösste Sauberkeit herrsche; als Nahrung für die Säuglinge komme nur frisch sterilisirte Milch in zweckentsprechender Verdünnung zur Verwendung. Zur Wartung und Pflege sei eine grosse Anzahl gut geschulter, dafür auch gut bezahlter gesunder Wärterinnen vorhanden. Die Räume müssen den Anforderungen der Gesundheitspflege voll entsprechen, und ferner muss eine regelmässige, ärztliche Controle der Anstalt statthaben.

2) Unter Kinderbewahranstalten, Kindergärten, versteht man Anstalten, wohin Kinder von 2 Jahren bis zum schulpflichtigen Alter gebracht werden, um dort Wartung, Nahrung und Beschäftigung für die Zeit zu finden, während welcher die Eltern fern sind. Die Nahrung sei einfach, aber kräftig, genügend eiweisshaltig und der Verdauung der Kinder angepasst. Kinderbewahranstalten sollen besondere Speise-, Spiel- und Schlafräume haben, welche sämmtlichen hygienischen Anforderungen an Heizung, Licht und Luft — genügender Luftcubus, genügende Lufterneuerung — entsprechen. Ein grosser Spielplatz, womöglich mit bedeckter Halle, ist Erforderniss. Leider lassen die hygienischen Verhältnisse mancher Kinderbewahranstalten und Kindergärten Vieles zu wünschen übrig. Eine häufige ärztliche Controle ist um so mehr nothwendig, als die erwähnten Anstalten sehr leicht zum Ausbruch weitverbreiteter Epidemien (Masern, Keuchhusten, Diphtherie, Scharlach) Veranlassung geben können. Jede Bewahranstalt soll ein Zimmer haben, in welchem verdächtige oder erkrankte Kinder so lange untergebracht werden können, bis sie von den Eltern abgeholt werden. Mindestens zweimal jährlich werde der Kalkanstrich der Wände erneuert, alle acht Tage werde gründlich gescheuert, täglich feucht abgewischt und der Fussboden feucht gereinigt. Tuberkulose oder der Tuberkulose verdächtige Personen dürfen weder in den Krippen, noch in den Bewahranstalten eine Beschäftigung finden.

Infectionsgefahr.

3) Die Feriencolonien. Eine Institution, welche hauptsächlich den Kindern der arbeitenden Klasse zu Gute kommt, sind die „Feriencolonien" oder „Sommerpflegen". Arme schwächliche oder kränkliche Schulkinder werden durch Vermittelung wohlthätiger Vereine auf das Land geschickt, wo sie unter Aufsicht eines Lehrers an einem Ort für einige Wochen einquartiert, „Colonien", oder in Familien zerstreut untergebracht werden, „Familienpflege". Kranke und kränkliche Kinder werden in Bäder geschickt. Die weniger schwächlichen bekommen „Stadtpflege", d. h. sie werden während der Ferien täglich zur Stadt

hinausgeführt, um sich in der freien Natur im Spiel frei zu bewegen; hierbei wird ihnen Brot und Milch gereicht. Diese Einrichtungen, welche in den letzten Jahren einen bedeutenden Aufschwung genommen haben, wirken, wie der Augenschein und die Gewichtsbestimmung ergeben, sehr günstig auf das Befinden ein.

4) Die Kinderhorte. Um die schulpflichtigen Kinder von Arbeitern, welche ausser dem Hause sich beschäftigen, nicht verwahrlosen zu lassen, sind „die Kinderhorte“ oder „Kinderheime“ gegründet. In diesen Anstalten versammeln sich die Kinder in den schulfreien Stunden, sie stehen dort unter Aufsicht, spielen, werden ins Freie geführt, zur Anfertigung ihrer Schularbeiten angehalten und mit einer einfachen Mahlzeit verpflegt.

5) Von den Fortbildungsschulen hat der bereits erwähnte „Haushaltungsunterricht“ eine hygienische Bedeutung. In den Jugendheimen erhalten die Mädchen Unterricht über das Haus und die Hausgeräthe, über die Nahrung und deren einfache rationelle Bereitung, über die Kleidung, deren Behandlung, Erhaltung und Anfertigung, über die Wäsche, über die Behandlung des gesunden und kranken Körpers, über die Kinderpflege. — Auch hat man recht gute Erfolge dadurch erzielt, dass man den Haushaltungs- und Kochunterricht für die beiden obersten Klassen der Elementarschulen für Mädchen obligatorisch machte.

D. Die Sorge für den arbeitsunfähigen Arbeiter und das Armenwesen.

1) Die früheren Verhältnisse. Während die erwähnten Einrichtungen durch private Wohlthätigkeit entstanden sind und erhalten werden, hat in den letzten Jahren das Deutsche Reich — dem später andere Staaten gefolgt sind — in sehr ausgiebiger Weise für die arbeitende Bevölkerung gesorgt.

Wurde früher der Arbeiter alt und gebrechlich, konnte er wegen Krankheit oder in Folge eines Unglücksfalles sein Brot nicht mehr erwerben, so war der Nothgroschen bald aufgezehrt; der Mann, die Familie war arm geworden. Die Sorge für den Verarmten fiel zunächst den begüterten, nächsten Verwandten zu; versagte diese Hülfe, so musste das Gemeinwesen eintreten. Nach dem „Gesetz über den Unterstützungswohnsitz“ musste und muss jetzt noch der Armenverband des Ortes aushelfen, in welchem der Verarmte seinen Unterstützungswohnsitz hat.

Versorgungspflichtige.

Unterstützungswohnsitz.

Letzterer wird erworben durch zweijährige Anwesenheit, verloren durch zweijährige Abwesenheit.

Diejenigen Bedürftigen, welche keinen Unterstützungswohnsitz haben, heissen „Landarme“ und werden durch die Armenverbände grösserer Bezirke, die sog. Landarmenverbände unterstützt. Die Grösse und Gestaltung dieser Verbände ist in den verschiedenen deutschen Staaten verschieden, aber jeder Deutsche wird als „Inländer“ betrachtet. Dieses auf der Basis der Freizügigkeit gegründete Gesetz hat in Bayern keine Gültigkeit; dort basirt die Armenpflege auf dem „Heimathsrecht“. Jeder Bayer ist in irgend einer Gemeinde heimathsberechtigt, geht das Heimathsrecht in einer Gemeinde verloren, so wird es in einer anderen wieder erworben, und letztere hat die Pflicht der Unterstützung.

Landarme.

Heimatsrecht.

Das, was dem Armen gegeben wurde, war nur das Nothwendigste.

Um sich vor Noth zu schützen, um nicht das Entwürdigende des Almosenempfanges auf sich zu laden, thaten sich schon ziemlich früh einige Gewerke, zunächst die Knappschaften, zusammen. Durch Zuschüsse Aller wurde ein Kapital gesammelt, aus welchem zuerst die Begräbnisskosten bestritten (Totenladen), bald auch Bedürftige unterstützt wurden. Da aber diesen Kassen oder Laden die Controle fehlte, so traten nicht selten geschäftliche Schwierigkeiten ein, und die Kassen entledigten sich des öfteren ihrer Verpflichtungen nicht in gehöriger Weise. Dem wurde ein Ende gemacht durch das Gesetz über die eingeschriebenen Hülfskassen vom 7./4. 76. Die Hülfskassen unterstehen behördlicher Controle; der Unterstützungsanspruch ist weder übertragbar, noch verpfändbar, noch Gegenstand der Beschlagnahme; durch Ortsstatut konnte die Bildung von eingeschriebenen Kassen und der Beitritt von Gesellen, Arbeitern etc. angeordnet werden; ferner konnte festgesetzt werden, dass die Arbeitgeber nicht allein die Prämien vorschiessen, sondern auch zur Hälfte tragen mussten. Diese Kassen haben manches Gute bewirkt, indessen wurde nicht genügend Gebrauch von ihnen gemacht; ohne Zwang liess sich Grosses nicht schaffen. Das Hülfskassengesetz kann betrachtet werden als ein Vorläufer der drei grossen Gesetze: des Krankenversicherungsgesetzes vom 15./6. 83, des Unfallversicherungsgesetzes vom 6./7. 84 und des Gesetzes, betreffend die Invaliditäts- und Altersversicherung vom 22./6. 89.

Knappschaftskassen.

Eingeschriebene Hülfskassen.

2) Das Krankenversicherungsgesetz verpflichtet die

in der Industrie, im Handwerk und sonstigen stehenden Gewerbebetrieben, in der Land- und Forstwirthschaft etc. gegen Lohn oder Gehalt (bis zu 2000 M. jährlich) beschäftigten Personen zum Beitritt. Im Jahre 1894 waren versichert 7,3 Millionen Personen. Die Einnahmen betrugen 135, die Ausgaben 127 Millionen Mark. Das Gesetz unterscheidet, ausser den noch bestehenden „eingeschriebenen Hülfskassen", die Knappschafts-, Innungs-, Bau-, Betriebs-, Orts- und Gemeindekrankenkassen. In die letzteren müssen alle diejenigen versicherungspflichtigen Personen aufgenommen werden, welche einer der übrigen Kassen nicht angehören. Die Gemeindekasse gewährt ihren Mitgliedern eine 13 Wochen dauernde, freie, ärztliche Behandlung, Arznei, sowie Brillen, Bruchbänder und ähnliche Heilmittel. Im Falle der Erwerbsunfähigkeit giebt sie, vom dritten Tage nach Beginn der Erkrankung an, ein Krankengeld in Höhe des halben ortsüblichen Tagelohnes; wird der Patient in einem Krankenhause verpflegt, so fällt für ihn das Krankengeld fort; ist er verheirathet, so bleibt die Hälfte des Geldes der Familie. Bei selbstverschuldeten Krankheiten braucht das Krankengeld nicht bezahlt zu werden.

Gemeinde-krankenkassen.

Die Beiträge zu den Krankenkassen sind von den Versicherten zu $^{2}/_{3}$ selbst zu leisten, das letzte Drittel trägt der Arbeitgeber.

Orts-krankenkassen.

Ortskrankenkassen heissen diejenigen Kassen, welche die Angehörigen eines Gewerbes oder Betriebes an einem Orte umfassen. Die Errichtung gemeinsamer Ortskrankenkassen für mehrere Betriebe ist gestattet, wenn die Zahl der in den einzelnen Gewerben und Betrieben beschäftigten Personen weniger als 100 beträgt. Die Ortskrankenkassen müssen gewähren eine Krankenunterstützung wie die Gemeindekassen, die gleiche Unterstützung an Wöchnerinnen auf die Dauer von 4 Wochen und ein Sterbegeld für den Todesfall. Ausserdem können sie gewähren eine Fortdauer der Krankenunterstützung bis zu 1 Jahr, ein höheres Kranken- und Sterbegeld, die Unterstützung der Wöchnerinnen bis zu 6 Wochen und freie ärztliche Behandlung, einschliesslich Arzneien etc. für erkrankte Familienangehörige der Kassenmitglieder. Dahingegen sind Invaliden-, Wittwen- und Waisenunterstützungen von Seiten der Ortskrankenkassen nicht zulässig. Sämmtliche oder mehrere Ortskrankenkassen können gemeinsam Verträge mit Aerzten, Apothekern und Krankenhäusern schliessen.

Wenn ein Unternehmer mehr als 50 Leute in seinem Be-

triebe beschäftigt, so kann er eine Betriebs- oder Fabrikkasse gründen oder zu ihrer Gründung angehalten werden. Für diese Kassen gelten die gleichen Bestimmungen wie für die Ortskrankenkassen. Betriebskrankenkassen.

Dasselbe trifft zu für die Bau- und Innungskassen. Bau- und Innungskassen.

Die Knappschafts- und Hülfskassen können an Stelle der vorerwähnten Kassen treten, jedoch dürfen ihre Leistungen nicht hinter denen der Betriebs-, bezüglich der Gemeindekrankenkassen zurückbleiben.

3) Das Unfallversicherungsgesetz hat den Zweck, den in Folge eines Unfalles durch Verletzung und Tod entstandenen materiellen Schaden zu mildern.

„Der Unfall im Sinne der Gesetzgebung charakterisirt sich als die körperschädigende plötzliche, von dem Betroffenen nicht gewollte Einwirkung eines äusseren Thatbestandes auf einen Menschen. Betriebsunfall ist der Unfall dann, wenn der Betroffene demselben durch seine Beziehungen zum Betriebe, namentlich durch seine Beschäftigung in demselben in einem die Unfallgefahr des gewöhnlichen Lebens übersteigenden Masse ausgesetzt war.“ (H. Rosin, Berlin 1893.)

Dem Gesetz sind unterworfen die in Fabriken, Bergwerken und ähnlichen Industrien, in einem grossen Theil der Gewerbe und Betriebe, dem Seewesen etc. beschäftigten Personen. Es können auch nichtversicherungspflichtige Personen zur Theilnahme zugelassen werden. Der Schadenersatz besteht in dem Ersatz der Kosten des Heilverfahrens von der 13. Woche ab — bis zur 13. Woche tritt die Krankenkasse ein — und einer von derselben Zeit ab laufenden Rente für den Fall der Erwerbsunfähigkeit. Die Rente beträgt bei der völligen Erwerbsunfähigkeit $^2/_3$ des Arbeitsverdienstes, für partielle Erwerbsunfähigkeit einen aliquoten Theil. Für den Todesfall werden die Beerdigungskosten getragen, und es erhalten die Wittwen und die Waisen eine Unterstützung.

Die Träger der Versicherung sind die „Berufsgenossenschaften“, d. h. die Unternehmer der vorher erwähnten Betriebe von gleicher Gefährlichkeit. Die Unternehmer allein müssen die Gelder zusammenbringen für die Entschädigung der verunglückten Arbeiter. Im Jahre 1895 waren rund 17,7 Millionen Personen versichert, und wurden 44,9 Millionen Mark Entschädigungen gezahlt. Die Arbeiter haben das Recht, durch selbstgewählte Vertreter sich an den Untersuchungsverhandlungen, welche zum Zweck der Ergründung der Unglücksfälle abgehalten werden, und an der Begutachtung der zur Verhütung von Unglücksfällen zu erlassenden Bestimmungen zu betheiligen. Betheiligung der Arbeiter.

Die Genossenschaften sind befugt, Vorschriften zu erlassen über die von den Mitgliedern zu treffenden Einrichtungen und über das von den Versicherten zur Verhütung von Unglücksfällen zu beachtende Verhalten. An der Spitze der Berufsgenossenschaften steht als oberste Verwaltungs-Behörde das Reichsversicherungsamt zu Berlin.

4) Das Invaliditäts- und Altersversicherungsgesetz. Während das vorbesprochene Gesetz diejenigen Personen vor Noth zu schützen strebt, welche durch äussere Gewalt beschädigt sind, wird durch das Gesetz, betreffend die Invaliditäts- und Altersversicherung, derjenige versorgt, welcher in Folge eines krankhaften Zustandes des Geistes oder Körpers oder in Folge hohen Alters erwerbsunfähig geworden ist.

Versicherungspflichtig sind die gegen Lohn oder Gehalt beschäftigten Arbeiter, Gesellen, Gehülfen, Dienstboten, Handlungsdiener und Betriebsbeamten mit einem Erwerb von jährlich nicht über 2000 M. und zum Theil die Hausgewerbetreibenden und kleineren Unternehmer.

Für diese Leute sind wöchentlich je nach der Höhe ihres Einkommens 0,14—0,30 M. vom Arbeitgeber zu zahlen, jedoch darf dieser die Hälfte der eingezahlten Summe dem Arbeitnehmer am Lohn kürzen. Ausserdem zahlt das Reich zu jeder zu gewährenden Rente 50 M. Zuschuss.

Anspruch auf Invalidenrente haben diejenigen Individuen, welche arbeitsunfähig geworden sind, d. h. nicht mehr als ungefähr $^1/_3$ des früheren Verdienstes erwerben können, nachdem sie wenigstens 5 Jahre ihre Beiträge gezahlt haben, sowie diejenigen Individuen, welche über 70 Jahre alt sind und 30 Jahre lang beigesteuert haben. Im Jahre 1895 wurden gezahlt für Invalidenrenten 8,4, für Altersrenten 15,6 Millionen Mark.

Ueberweisung in ärztliche Behandlung.

Die Versicherungsanstalt ist befugt, für einen der reichsgesetzlichen Krankenpflege nicht unterworfenen Erkrankten das Heilverfahren selbst zu übernehmen oder ihn einer Kasse zu überweisen. Bei Widersetzlichkeit geht der Pensionsanspruch verloren, wenn anzunehmen ist, dass die Erwerbsunfähigkeit durch dieses Verhalten veranlasst ist.

Entkleidet man die vorstehend besprochenen Gesetze ihrer socialpolitischen Bedeutung, so stellen sie dennoch Massnahmen dar von ungemein hohem hygienischen Werth. Für den Erkrankten und die Wöchnerin ist die beste Gesundheitspflege eine geregelte, ärztliche Behandlung und zweckmässige, gute Ernährung; für beides sorgt bis zu einer gewissen Grenze das Krankenkassengesetz. Die Verhütung von Unglücksfällen wird

durch das zweite Gesetz in wirksamster Weise gefördert; es lässt die Unternehmer zahlen für die in ihren Betrieben vorkommenden Unfälle, giebt ihnen dahingegen die Berechtigung, bestimmte Vorschriften zum Schutz der Arbeiter zu erlassen, und den Arbeitern anzubefehlen, die zu ihrem Wohle getroffenen Einrichtungen zu benutzen, wogegen den Arbeitern das Recht verliehen wird, bei der Ausarbeitung der Schutzbestimmungen mitzuwirken.

Die Invaliditäts- und Altersversicherung nimmt von dem Arbeiter den Druck, die nagende Sorge um die Zukunft. Früher drohten dem arbeitsuntüchtigen Manne die Schmach und das Elend, der Gemeinde zur Last fallen zu müssen; ängstlich wurde für den Nothgroschen gespart. Jetzt hat der Mann sich ein Anrecht auf seine Rente erworben, und die ungünstigen Verhältnisse der Armenpflege der Gemeinden weichen den besseren, wenn auch nicht reichlichen der Versicherung. Die Armuth ist der schlimmste Feind der Hygiene; die letztere kann erst dort wirken, wo nicht mehr der Kampf um das nackte Dasein geführt wird, und die hässlichste Armuth, die des Invaliden und des Greises, ist zum grossen Theil wenigstens von der Arbeiterbevölkerung fortgenommen durch das letzte grosse Gesetz.

Die Arbeiterwohlfahrtsgesetzgebung ist neuesten Datums, Erfahrungen lagen nicht vor, es ist daher selbstverständlich, dass sie nicht allgemein befriedigen konnte. Zweifellos ist der ganze Apparat einschliesslich der Verwaltung zu complicirt, daher zu schwerfällig und zu theuer; andererseits sind die gewährten Hülfen nicht immer völlig ausreichend, auch hat der Wunsch manches für sich, die Arbeiter bis zu einem gewissen Einkommen von jedem Beitrag zu befreien und den Ausfall durch directe Steuern zu decken.

Wie dem auch sei, Deutschland hat jedenfalls den Ruhm, zunächst mit dieser Hygiene der werkthätigen Liebe zu den ärmeren Klassen vorgegangen zu sein, und ist auch nicht Alles erreicht worden, so ist doch ein guter Anfang gemacht, und es werden Erfahrungen gesammelt, die den Weg weisen zum weiteren Ausbau, oder auch zum Umbau dieser grossen Arbeiterwohlfahrtsgesetze.

Litteratur: Lehmann, Einfluss von Gasen und Dämpfen. Archiv f. Hygiene Bd. 5—20. — Eulenburg, Gewerbehygiene. — Albrecht, Handbuch d. pract. Gewerbehygiene 1894. — Roth, Allgemeine Gewerbehygiene und Fabrikgesetzgebung 1894, in Weyls Handbuch d. Hygiene. — v. Mangold, Aus zwei deutschen Kleinstädten 1894. — Schriften d. Centralstelle f. Arbeiter-Wohlfahrtseinrichtungen 1898. — Sommerfeld, Berufskrankheit d. Steinmetzen u. s. w. 1892.

Die Infectionskrankheiten.

I. Die Infectionserreger und ihre Uebertragung.

A. Allgemeine Eigenschaften und Cultur der Bacterien.

Schon seit sehr langer Zeit hatte man bei den Infectionskrankheiten ein contagium animatum vorausgesetzt, über dessen Natur sich erst in den letzten Jahrzehnten die Ansichten geklärt haben. Man weiss jetzt, dass bei einem erheblichen Theil der Infectionskrankheiten Bacterien die Erreger sind, während bei einem anderen Theil Amoeben oder verwandte Wesen als die Erreger angesehen werden.

Die grössten Verdienste um die Erforschung der Aetiologie der Infectionskrankheiten hat sich Robert Koch erworben. Seine Arbeiten sind bahnbrechend und massgebend geworden.

Die Bacterien sind kleinste, aus Inhalt und Hülle bestehende pflanzliche Zellen, welche sich durch Theilung vermehren; bleiben hierbei die einzelnen Zellen mit einander in Verbindung, so entstehen Bacterienconglomerate, Haufen, Fäden, Ketten. Ob die Bacterien einen Kern haben, ist noch fraglich.

Untersuchung. Man bringt die Mikroorganismen am besten dadurch zu Gesicht, dass man sie färbt und unter Anwendung eines Mikroskops mit homogener Immersion und Abbe'schem Beleuchtungsapparat untersucht. Die Bacterien nehmen die Anilinfarben in ausgiebiger Weise an und halten sie, im Gegensatz zum Gewebe, bei der Entfärbung fest.

Eintheilung. Man theilt die Mikroorganismen vorläufig nach ihrer Form ein und unterscheidet drei grosse Gruppen. Zu den Coccaceen zählen die runden oder rundlichen Mikroorganismen. Theilen sie sich nur in einer, und zwar immer in derselben Ebene, und bleiben sie in Verbänden zusammen, so entstehen die Ketten- oder Streptococcen. Wechselt die Lage der Theilungsebene, so bilden sich Haufen- oder Staphylococcen. Bei einer Theilung

in zwei auf einander senkrechten Ebenen entstehen je 4 neue Zellen: die Meristen, bei drei auf einander senkrechten Theilungsebenen je 8 Einzelwesen: die Sarcinen.

Die Bacteriaceen stellen Stäbchen dar, die einen im Gegensatz zum Querdurchmesser grossen Längsdurchmesser haben. Ist der Unterschied nicht sehr bedeutend, sind keine parallelen Umgrenzungslinien vorhanden, so spricht man von Bacterien im engeren Wortverstande. Sie bilden gewissermassen ein Bindeglied zwischen den Coccen- und Bacillenformen. Letztere sind Bacteriaceen, welche theils sporenhaltig, theils sporenlos im voll entwickelten Zustande parallele Linien als Umgrenzungsconturen zeigen.

Unter Spirobacterien versteht man die gewundenen, schraubenzieherförmig um ihre Achse gedrehten Bacterienformen; lang ausgezogene Schrauben nennt man Vibrionen, kurzgewundene dahingegen Spirillen; die gewundenen, biegsamen, Fäden darstellenden Spirobacterien bezeichnet man als Spirochaeten.

Wechsel in der Form.

Diese auf Formverschiedenheiten basirte Eintheilung hat naturgemäss etwas Unsicheres; so wirkt schon die durch Vermehrung bedingte Gestaltveränderung trübend. Ausserdem wechseln die Bacterien innerhalb einer gewissen Breite ihre Form nach den äusseren Einflüssen; man kann bald Lang-, bald Kurzstäbchen, bald sogar coccenähnliche Gebilde vor sich haben; immer jedoch kehren sie, unter günstige Bedingungen gebracht, zur Ausgangsform zurück. Kommen Mikroorganismen unter ungünstige Verhältnisse, oder werden sie alt, so treten vielfach eigenthümliche Verbildungen, die Involutions- oder Degenerationsformen, auf.

Beweglichkeit.

Manche Arten von Bacterien besitzen als Bewegungsorgane eine oder mehrere Geisseln; unter gewissen Umständen jedoch, z. B. bei Häutchenbildung, geht die Beweglichkeit verloren.

Ernährung.

Mit Ausnahme weniger Arten gedeihen alle Mikroorganismen nur in schwach alkalischen oder neutralen Medien.

Die zum Aufbau erforderlichen Substanzen entnehmen sie mit Vorliebe organischen Verbindungen, sie können jedoch ihren Stickstoffbedarf auch aus anorganischen Verbindungen decken; so wachsen z. B. Tuberkelbacillen schon in einer wässerigen Lösung von Ammoniumcarbonat 0,35 %, primärem Kaliumphosphat 0,15 %, Magnesiumsulfat 0,25 % und Glycerin 1,5 %. Aërobe Bacterien nennt man diejenigen, welche zu ihrem Gedeihen des freien Sauerstoffs bedürfen, obligate anaërobe Bacterien diejenigen, welche bei Anwesenheit von freiem Sauerstoff nicht zu

wachsen vermögen, und facultative anaërobe Bacterien solche, die sowohl bei Anwesenheit als auch bei Abwesenheit von freiem Sauerstoff gedeihen.

Sporen. Eine Anzahl Coccen-, Bacillen- und Spirillenarten bilden Dauerformen, und zwar Endosporen, wenn sich ein Theil des Zellplasmas in dem Mikroorganismus zur Spore verdichtet, oder Arthrosporen, wenn ein ganzer Organismus, ein volles Glied des Verbandes, zur Spore wird. Die Sporen zeichnen sich durch geringe Färbbarkeit und erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen schädigende Einflüsse aus.

Von den sporenlosen Bacterien sind manche sehr resistent, während andere unter ungünstigen Verhältnissen bald zu Grunde gehen.

Temperaturwirkung. Wenige Bacterienarten wachsen schon bei etwa 0°, andere erst bei 50°, während die meisten sich gut bei einer Temperatur von etwa 20° entwickeln; einige, darunter mehrere Krankheitserreger, erfordern Brutwärme (37°) zu ihrem Gedeihen. Die sporenlosen Bacillen sterben bei einer Temperatur zwischen 60 und 90° ab. Die Sporen halten bis zu 100° feuchte Wärme aus, einige Arten vertragen sogar stundenlanges Kochen. Gegen trockene Hitze sind die Sporen noch viel widerstandsfähiger, die meisten gehen erst bei 120° und darüber zu Grunde.

Cultur. Die Cultur. Wenn man Wesen und Wirkung einer Bacterienart kennen lernen will, ist zunächst die Trennung dieser Art von allen übrigen erforderlich; man muss sie in Reincultur vor sich haben. Ist das erreicht, so ergiebt die Färbung ihre Grösse und Form; die Züchtung im hängenden Tropfen lässt die Beweglichkeit erkennen; über die Einwirkung auf todte Nährsubstrate giebt die Züchtung auf den verschiedensten Nährböden, über die Einwirkung auf lebende Substrate das Thierexperiment Aufschluss.

Reincultur. Um eine Reincultur von Bacterien zu erhalten, giebt es ein nicht versagendes Mittel, den Ausgang von einem Keim und die Anzucht dieses Keimes. Man vertheilt die bacterienhaltige Substanz in einer solchen Menge sterilisirter Flüssigkeit, dass jeder

a) in Flüssigkeiten. zweite bis zehnte ccm einen Keim enthält. Bringt man je 1 ccm der Mischung mit sterilisirter Pipette in eine Anzahl Röhrchen mit flüssigem, sterilisirtem Nährsubstrat hinein, so werden einige Röhrchen steril bleiben; bei den nicht steril gebliebenen besteht die Präsumption, dass die entwickelten Bacterien aus einem Keim entstanden sind. Diese Annahme braucht aber nicht immer zutreffend zu sein. Bei ungleicher Vertheilung können

auch einmal 2 und mehr Bacterien in ein und denselben ccm Flüssigkeit hineingelangen. Die mikroskopische Untersuchung giebt darüber Aufschluss, ob die in dasselbe Röhrchen gelangten Keime von derselben Art sind. Dieses ältere Verfahren ist umständlich, gewährt aber bei einiger Vorsicht gute Resultate.

b) auf festem, durchsichtigem Nährboden.

Nach der zweiten, jetzt fast ausschliesslich geübten, von R. Koch inaugurirten Methode bringt man das zu untersuchende Material entweder direct oder nach zweckmässiger Vertheilung in steriler Flüssigkeit auf bezw. in ein Nährmedium, welches entweder fest ist oder fest wird. Die einzelnen Bacterien kommen dann an den Punkten, wo sie haften geblieben sind, zur Entwickelung; aus den einzelnen Keimen entstehen einzelne Colonien. Die verschiedenen Bacterienarten zeigen oft ganz characteristische Unterschiede in der Bildung der Colonien. Diese lassen sich leicht erkennen, wenn der Nährboden, auf welchem die Colonien gewachsen sind, durchsichtig ist.

Bereitung von Blutserum.

Wenn man Blut sich selbst überlässt, so bildet sich ein Blutkuchen; das ausgetretene Blutserum coagulirt bei 68—70°, ohne seine Durchsichtigkeit zu verlieren, und giebt einen vorzüglichen, den meisten Bacterien zusagenden Nährboden ab.

Nährgelatine.

Lässt man 500 g feingehackten Fleisches 24 Stunden mit 1 l Wasser kalt stehen und setzt dem ausgepressten Fleischwasser 1 % Pepton, 0,5 % Kochsalz und 1 % Traubenzucker zu, so erhält man durch Kochen eine Bouillon, in welcher die meisten Bacterienarten gut wachsen. 5—10 % Gelatine dieser Bouillon zugesetzt, ergeben nach sorgfältiger Neutralisation mit Natriumcarbonat die sog. Nährgelatine, welche bis zu einer Temperatur von 23° flüssig bleibt, bei niedrigerer Temperatur aber erstarrt; setzt man 25 % Gelatine hinzu, so wird die Verflüssigungstemperatur auf 28—29° erhöht.

Plattencultur.

Sofern man die zu untersuchende Substanz in der verflüssigten, in einem Reagensröhrchen enthaltenen Nährgelatine vertheilt, „impft“, und die flüssige, geimpfte Nährgelatine auf eine Glasplatte giesst und erstarren lässt, bekommt man eine flache Ausbreitung des Nährmaterials, welche gestattet, die gewachsenen Colonien direct unter dem Mikroskop bei 100facher Vergrösserung zu untersuchen. Die Colonien stellen in den meisten Fällen „Reinculturen“ dar oder dienen zum Ausgangspunkt für Reinculturen. Damit nicht zu viel Colonien auf einer Platte vorhanden sind, entnimmt man vor dem Ausgiessen von dem ersten geimpften Röhrchen aliquote, geringe Theile und überträgt sie in andere Röhrchen (Verdünnungen), von welchen man wiederum

„Plattenculturen“ ansetzt. Statt der Glasplatten benutzt man vielfach mit Vortheil flache (Petri’sche) Schalen.

Roll-röhrchen. Den Inhalt der Röhrchen kann man auch, anstatt ihn auf Glasplatten auszugiessen, durch Rollen an der Wand der Röhrchen vertheilen und bekommt so „aufgerollte Platten“ (Rollröhrchenmethode, v. Esmarch).

Will man bei Brüttemperatur (37°) züchten, so fügt man statt der 5—10% Gelatine 1—2% Agar zu der Bouillon. Das ebenfalls durchsichtige „Nähragar“ wird bei einigen 90° flüssig und erstarrt wieder bei 40°. Auch die gekochte (und mit sterilisirtem Messer durchschnittene) Kartoffel ist ein gutes Nährmaterial für manche Bacterien.

Als Beispiel der Ausführung bacteriologischer Untersuchungen folgt hier die Untersuchung von Darminhalt auf Cholerabacillen mittelst des Plattenverfahrens.

Mit einer Platinöse von ungefähr 2 cmm Inhalt entnimmt man eine geringe Menge (ein Flöckchen Darmepithel) der Fäcalien und überträgt sie in ein Röhrchen mit höchstens 37° warmer Nährgelatine (Original), verreibt die Flocke an der Wand des Röhrchens, schüttelt, ohne Blasen zu erzeugen, und überträgt mit vorher sterilisirter Platinöse etwa 5—10 Oesen aus diesem Röhrchen in ein zweites Röhrchen mit verflüssigter Nährgelatine (erste Verdünnung), schüttelt es und überrimpft daraus vielleicht 10—20 Oesen in ein drittes Röhrchen (zweite Verdünnung), worauf zwecks Vertheilung der eingebrachten Bacterien wieder geschüttelt wird.

Dann giesst man die so geimpfte Nährgelatine aus den Röhrchen, deren Mündung durch kurzes Erhitzen von etwa anhängenden fremden Keimen befreit ist, auf Glasplatten (11×15 cm), die auf einem Nivellirständer über Eis oder kaltem Wasser liegen, oder in Petri'sche Glasschalen aus, deckt sofort eine Glasglocke darüber und lässt die Nährgelatine erstarren. Die Platten mit der festgewordenen Gelatine kommen auf 3 übereinandergestellte Bänkchen in eine Glasglocke, deren Boden mit nassem Filtrirpapier bedeckt ist, und werden bei einer Temperatur von 20—21° aufgehoben.

Nach 24 Stunden, längstens nach 48 Stunden haben sich die charakteristischen Choleracolonien, Fig. 144 und 145, entwickelt. Zur Diagnose derselben legt man zunächst die Gelatineplatte des Originalröhrchens und dann erst die beiden übrigen Platten auf den Objecttisch des Mikroskops und untersucht mit enger Blende und hundertfacher Vergrösserung. Von den verdächtigen Colonien werden mittelst einer feinen, an der Spitze leicht gekrümmten Platinnadel unter Führung des Mikroskops kleine Theilchen herausgenommen (gefischt) und in ein minimales Tröpfchen Wasser eines Deckgläschens übertragen; dann lässt man das Präparat lufttrocken werden, zieht darauf das Gläschen mit der bestrichenen Seite nach oben zweimal durch die Flamme eines Bunsenbrenners, giebt einen Tropfen stark verdünnter Carbolfuchsinlösung darauf, spült nach 1—2 Minuten die Farbe ab, legt das Gläschen auf den Objectträger und untersucht mit Oelimmersionslinse, wobei, wenn Cholera vorliegt, leicht gekrümmte, kurze Bacillen sichtbar sind. Im Uebrigen siehe Seite 57 und Kap. Cholera.

Zur Cultur obligat anaërober Bacterien beschickt man Platten mit Nährgelatine und bringt sie in eine Glocke. Der darin befindliche Sauerstoff wird durch Einleiten von Wasserstoff verdrängt, die letzte Spur durch Pyrogallussäure und Alkali entfernt und ein luftdichter Verschluss hergestellt. Man kann auch Rollröhrchen anfertigen, dieselben mit doppelt durchbohrtem Gummipfropfen versehen, durch welchen zwei Glasrohre bis auf den Boden und bis dicht unter den Pfropfen gesteckt sind, die Luft durch Wasserstoff verdrängen und die beiden Rohre zuschmelzen. Noch einfacher kommt man zum Ziel, wenn man Reagensröhrchen bis zu $^3/_4$ ihrer Höhe mit Nährgelatine bezw. Nähragar füllt, tüchtig auskocht, rasch abkühlen lässt und impft; dann dringt nur etwas Luft in den oberen Theil der Gelatine oder des Agars ein, der bei Weitem grössere untere Theil ist luftleer, und dort entwickeln sich die Anaëroben. Durch Zertrümmerung des Röhrchens werden die einzelnen Colonien zugängig gemacht. **Anaërobe Cultur.**

Um die Beweglichkeit der Mikroorganismen und ihre Form im ungefärbten Zustande zu studiren, züchtet man sie im „hängenden Tropfen", d. h. ein Theilchen einer Bacteriencultur wird in die Mitte eines Bouillontröpfchens gebracht, welches sich auf einem Deckgläschen befindet. Das Deckgläschen wird nun mit dem Tropfen nach unten vollständig luftdicht über den Ausschliff eines Objectträgers gelegt, nachdem der Rand des Ausschliffes gut eingefettet ist. Die Beobachtung findet statt unter Anwendung des Oelimmersionssystemes und einer Blende. Thierversuche werden in der Weise angestellt, dass man Thieren geringe Mengen einer Aufschwemmung von einer Bacteriencultur unter die Haut, in die Brust- oder Bauchhöhle, die vordere Augenkammer, Gelenke etc. oder in die Blutbahn spritzt und den Erfolg beobachtet.

Es ist das grosse Verdienst R. Koch's, die erst in ganz schwachen Anfängen bestehende Methode des durchsichtigen, festen Nährbodens bis zu grosser Vollendung durchgeführt zu haben. Mittelst derselben ist es Koch gelungen, der Lehre von den Infectionskrankheiten ganz neue Bahnen anzuweisen und an die Stelle des Ahnens und Vermuthens das Wissen zu setzen.

B. Wirkungen der Saprophyten.

Man unterscheidet Bacterien, welche auf todtem Material leben, Saprophyten, von solchen, die im lebenden Thierkörper gedeihen, Parasiten. Mikroorganismen, welche sowohl auf todtem

Material, als auch im lebenden Organismus fortkommen, heissen facultative Parasiten.

Die Saprophyten wirken in verschiedener Weise auf das ihnen zur Verfügung gestellte Nährsubstrat ein, sie zerlegen es und bilden aus ihm neue Stoffe.

Farbstoffe. Am auffälligsten ist die Bildung von Farbstoffen. Der microc. prodigiosus, ruber, der bac. luteus, pyocyaneus, violaceus etc. sind Mikroorganismen dieser Art. Uebrigens wird nicht auf jedem Nährboden oder bei jeder Temperatur Farbstoff erzeugt, auch liefern manche Bacterien nur eine chromogene Substanz, und die Farbe entwickelt sich erst bei Sauerstoffzutritt.

Fermente. Wichtig ist die Bildung von ungeformten Fermenten oder Enzymen; wegen derselben werden die Bacterien auch Fermentorganismen genannt. Man unterscheidet hauptsächlich folgende Enzyme:

1) Eiweissverdauende (proteolytische, peptonisirende). Es beruht z. B. die so häufige Verflüssigung der Nährgelatine auf der Bildung eines leimlösenden Fermentes; einige Bacterien liefern ein fibrinlösendes Ferment, wenn Eiweiss zur Verfügung steht, während sie dasselbe in Nährsalzlösungen mit Zuckerzusatz nicht bilden.

2) Verzuckernde (amylolytische, diastatische); d. h. sie verwandeln Stärke in Glycosearten. Zu diesen gehören u. A. die Erreger des Milzbrandes, der Cholera, der Eiterung, des Rotzes etc.

3) Invertirende; d. h. sie zerlegen die Körper der Rohrzuckergruppe, die Bisaccharide unter Wasseraufnahme in Monosaccharide oder Glycosen.

Gährung, Fäulniss und Verwesung sind ohne Bacterien nicht möglich. Wenn hauptsächlich Reductionen, bei Mangel an Sauerstoff, geliefert werden, so spricht man von Fäulniss, wenn vorwiegend Oxydationen stattfinden, von Verwesung. Die Milchsäure-, die Buttersäuregährung, die Umwandlung des Alkohols in Essigsäure, der Cellulose in Sumpfgas und Wasser und manche andere Umsetzungen werden durch Bacterien bewirkt.

Ptomaine und Toxine. Unter den durch Bacterienwirkung aus den Eiweisskörpern abgespaltenen Substanzen, dem Tyrosin, Leucin, Tryptophan, Indol, Skatol etc., finden sich einige, welchen eine giftige Wirkung zukommt, man bezeichnet sie als Toxine (Brieger) im Gegensatz zu den ungiftigen Producten der Leichenfäulniss, den Ptomainen (Selmi). Diese alkaloidartigen Körper sind Basen, welche anscheinend alle der Fettkörperreihe angehören. Aus

faulem Fleisch von Säugethieren und Fischen wurden das ungiftige Putrescin, Cadaverin, Neuridin, das giftige Methylguanidin, Neurin, Muscarin, Mydalein, Tetanin etc. gewonnen. Die stark giftigen Substanzen treten erst in späten Fäulnisstadien auf.

Brieger, welchem das Hauptverdienst um die Erforschung dieses Gebietes gebührt, gewann die Ptomaine und Toxine sowohl aus Fäulnissgemischen als auch durch Einwirkung von Reinculturen; er stellte z. B. das Putrescin und Cadaverin aus Choleraculturen, das Methylguanidin aus Choleraculturen und den Finkler-Prior-Bacillen, das Tetanin aus Tetanusculturen dar.

Parasitische und saprophytische Bacterien können also ungiftige und giftige Substanzen erzeugen. Die meisten Toxine sind daher keine specifischen, sondern allgemeine Bacterienproducte. Die von Saprophyten gebildeten Gifte dringen jedoch selten in so grossen Mengen in den Körper ein, dass eine Vergiftung daraus hervorgeht. Bei einem Theil der als Wurst-, Fleisch-, Käse-, Milch-, Speiseeis-Vergiftungen bekannten Affectionen werden indessen grössere Mengen fertigen, durch Bacterien erzeugten Giftes aufgenommen. Auch die „Autointoxicationen“ vom Darm aus, die „putriden Intoxicationen“ bei fauligen Processen beruhen auf toxischen Wirkungen von Saprophyten.

C. Wirkungen der Parasiten.

Die auf oder im lebenden Körper wachsenden Parasiten sind nicht alle schädlich, wie z. B. die Darmbacterien und die Bacterien der Mundhöhle zeigen.

Causalnexus zw. Krankheit und Bacterien.

Um einen Mikroorganismus als den Erzeuger einer Krankheit ansprechen zu können, muss man den Nachweis führen, dass der Mikroorganismus ausnahmslos bei der betreffenden Krankheit auftritt und in einer solchen Zahl oder Anordnung oder von einer solchen Giftwirkung gefunden wird, dass hierdurch der Eintritt der Erkrankung erklärt wird. Die Forderung, dass der betreffende Organismus bei keiner anderen als der fraglichen Krankheit vorkomme, hat man modificiren müssen, seitdem man weiss, dass durch dieselben Mikroorganismen je nach dem befallenen Organ verschiedene klinische Krankheitsbilder erzeugt werden können.

Bewiesen wird der Causalnexus zwischen Bacterien und Affection durch die Erzeugung der originären Krankheit mittelst zweckdienlicher Einführung von Reincultur in den Körper. Leider ist es nicht immer möglich, diesen Beweis zu erbringen, weil gewisse Krankheiten auf Thiere überhaupt nicht übertrag-

bar sind. So gelingt es z. B. nicht, bei Thieren den Typhus abdominalis in seiner reinen Gestalt zu erzeugen.

Einige Bacterien, welche gewöhnlich keinen pathogenen Einfluss ausüben. wie z. B. das bact. coli commune, können unter gewissen, noch nieht genau bekannten Bedingungen stark pathogen werden. — Dieses Verhalten, ebenso wie die Giftbildung mancher Saprophyten und ihre locale Entzündung erregende Wirkung am Injectionsorte zeigen, dass eine starre Eintheilung in pathogene und nieht pathogene Baeterien nieht haltbar ist.

Infectiöse oder, was dasselbe sagt, virulente Parasiten vermögen, in wenig Exemplaren in den Körper eingeführt, sich dort zu vermehren, indem sie entweder nur an der Injectionsstelle weiter waehsen, oder indem sie Metastasen bezw. Septicaemien erzeugen. Immer liegt zwischen ihrem Eindringen und dem Ausbruch der Krankheit ein verschieden langer Zeitraum, das Stadium incubationis, in welchem die Bacterien an Zahl zunehmen und ihre sehädigende Wirkung zu entfalten beginnen.

Mechanische Störungen.

Bis zu einer gewissen engen Grenze können letztere dureh mechanische Störungen bedingt sein, insofern als die Baeterien durch ihre Wucherung Stauungen, Zerreissungen, Blutungen, Funetionsstörungen hervorzurufen vermögen; und es giebt bei manchen Infectionskrankheiten, z. B. dem Milzbrand, Bilder, welche auf diese Erklärung hinweisen. Indessen erfolgt der Tod immer früher, als die Störungen dieser Art lebensgefährdend werden.

Als Ursaehe der Krankheit ist in erster Linie die Giftwirkung der pathogenen Bacterien im lebenden Thierkörper aufzufassen.

Toxine

Einige Baeterienarten erzeugen die schon vorhin besproehenen Toxine, und man machte diese für die Krankheit verantwortlich. Thierversuche mit den in künstliehen Nährsubstraten gebildeten Giften ergaben jedoeh Symptomgruppen, welehe sieh nicht immer mit den Bildern der betreffenden Krankheiten deekten; auch entsprach oft ein gefundenes Toxin nicht der Bösartigkeit der Krankheit. Weiterhin musste es auffallen, dass bei einigen pathogenen Mikroorganismen die Auffindung von Toxinen nieht gelang. Daher war der Sehluss gereehtfertigt, es möchten noch andere Giftstoffe vorhanden sein.

Toxalbumine

Roux und Yersin, sowie Löffler und dann Brieger und Fränkel entdeckten in Culturen des Diphtheriebacillus ein „Toxalbumin“. Wie der Name sagt, soll diese Substanz den Eiweisskörpern (den Deuteroalbumosen) angehören, was allerdings noch

recht zweifelhaft ist; ein Enzym ist das Toxalbumin anscheinend nicht. Später wurden auch in Culturen einer Reihe anderer Infectionserreger Gifte der gleichen Klasse gefunden.

Gewinnung.

Die ursprüngliche Gewinnung der Toxalbumine war die folgende: Nachdem die Bacterien aus der Nährlösung abfiltrirt waren, wurde das Filtrat bei 30° — Temperaturen von 60° zerstören die Gifte — im Vacuum eingeengt und in absoluten Alkohol eingetröpfelt; der entstandene Niederschlag wurde abfiltrirt, gereinigt und zuletzt als weisse, leichte, amorphe Masse gewonnen, deren Reactionen theilweise die der Eiweisskörper waren.

Die Kenntniss einer Reihe von Giften bekannter Krankheitserreger steht noch aus; so ist man z. B. über das Typhus- und Choleragift noch nicht vollständig orientirt; letzteres scheint sehr leicht zu zerfallen, und die bis jetzt als Choleragifte angesprochenen Körper hält man für „secundäre“, aus dem „primären“ abgespaltene Gifte. Ob nicht ausser den sogenannten Toxalbuminen, Toxopeptonen und Toxinen noch andere mehr oder weniger starke Giftstoffe erzeugt werden, ist nicht erforscht.

Entzündung erregende Proteine.

Sicher werden von vielen Bacterien auch Fieber und Entzündung erregende Stoffe gebildet, welche grösstentheils wohl nicht specifisch sind; sie gehören den sog. Bacterienproteinen an und können unschwer aus den Bacterienleibern gewonnen werden (Bacterienprotëin [Buchner], Pyrotoxin, [Centanni]); die eigentlichen Giftstoffe erregen gewöhnlich zugleich Entzündung und wirken auf die Temperatur ein. Die localen Wirkungen der Bacterien sind gewöhnlich seröse, eitrige, hämorrhagische oder proliferirende Entzündungen mit ihren Folgezuständen.

Der giftige Eiweisskörper ist kein „Spaltungsproduct“ der Bacterien, d. h. er wird gewöhnlich nicht von den Bacterien aus dem Eiweiss des Nährmaterials abgeschieden, denn er wird auch in vollständig eiweissfreien Nährböden gebildet, sondern er entstammt gleichfalls dem Bacterienprotoplasma.

Es verdient erwähnt zu werden, dass nach der Einbringung der Toxalbumine und Toxine eine längere Zeit, Stunden, Tage, ja sogar Wochen vergehen können, ehe die Krankheit manifest wird.

Schwankungen in der Energie.

Die von den Bacterien gebildeten Producte sind in erster Linie von der Art und der gerade bestehenden Leistungsfähigkeit der Mikroorganismen und dann von dem Nährmaterial abhängig.

Abnahme der Pathogenität.

Man kann durch besondere Methoden die Bacterien so beeinflussen, dass sie weniger virulent werden, d. h. in ihrem Werth

weniger lebbaft wachsen, somit den inficirten Organismus weniger oder nicht mehr zu schädigen vermögen. Mit der Virulenz scheint in vielen Fällen die Giftigkeit der Culturen nicht in nothwendigem Connex zu stehen; jedoch konnten Fränkel und Brieger nachweisen, dass bei abgeschwächten Diphtheriebacillen eine indifferente Substanz an die Stelle des immer weniger werdenden Toxalbumins trat. Ein Wechsel in den chemischen Leistungen findet sich in gleicher Weise bei manchen Saprophyten; man kann z. B. dem bac. butyricus die Fähigkeit nehmen, Buttersäure zu bilden, dem bact. coli com., Zucker zu vergähren etc.

Zunahme der Pathogenität.

Der Eigenthümlichkeit, an Virulenz abzunehmen, steht die Fähigkeit, daran zuzunehmen, gegenüber; gewöhnlich nimmt sie zu durch Ueberimpfung von einem sehr empfänglichen Thier auf ein anderes ebenfalls hoch empfängliches, oder durch Cultur der Bacterien auf ihnen besonders zusagenden Nährböden.

Die Differenz in der Wirkung der Mikroorganismen ist kein Grund, ihre Specifität in Frage zu stellen; die Leistungsfähigkeit ist vielmehr eine je nach den Umständen wechselnde, um eine gewisse Gleichgewichtslage schwingende Eigenschaft.

Schwankende Bösartigkeit der Epidemien.

Man unterscheidet seit langem zwischen „schweren" und „leichten" Epidemien, und man nimmt wohl mit Recht an, dass die verschiedene Bösartigkeit von dem verschiedenen Virulenzgrad der Erreger abhängt.

Mischinfection.

Unter Mischinfection versteht man die gleichzeitige Uebertragung zweier oder mehrerer Infectionserreger; so finden sich z. B. nicht selten Diphtheriebacillen und Kettencoccen der Eiterung vergesellschaftet, wodurch die Prognose gewöhnlich ungünstiger wird. Mit Sekundärinfection bezeichnet man das Hinzutreten eines zweiten Krankheitserregers zu einem schon früher übertragenen, so z. B. das Eindringen von Eiterungscoccen in tuberkulöse Herde.

D. **Natürliche Widerstandsfähigkeit.**

Wirkung auf verschiedene Thierarten.

Erweist sich eine Krankheit als übertragbar, so treten dennoch in der Uebertragbarkeit bedeutende Unterschiede zu Tage. Sogar sehr nahe verwandte Thierrassen, ja selbst Spielarten, verhalten sich gegen gleiche Krankheitserreger verschieden.

Nach den Angaben Koch's sind die Hausmäuse für Mäusesepticaemie empfänglich, die Feldmäuse unempfänglich. Der Microc. tetragenus tödtet weisse Mäuse sicher, Hausmäuse und Feldmäuse nur selten; ähnlich verhalten sich die französischen und algierischen Schafe gegenüber dem Milzbrand. Zur In-

fection ist eine gewisse Disposition, eine Anlage für die Krankheit erforderlich. Fehlt einem Lebewesen diese Anlage, so ist es gegen die betreffende Krankheit immun; (wobei es allerdings nicht ausgeschlossen ist, dass es der Injection abnorm grosser Mengen vollvirulenter Bacterien doch zuweilen erliegt.)

Man unterscheidet zwischen Immunität bez. Disposition der Rasse und des Individuums. Diejenigen Thierklassen nennt man bestdisponirt, bei welchen regelmässig auf zweckentsprechende Einführung der pathogenen Mikroorganismen eine Infection erfolgt, und bei welchen der Verlauf der Infection ein bösartiger, immer oder gewöhnlich zum Tode führender ist. **Immunität der Rasse.**

Wo bei einer Rasse weder Immunität noch die höchste Disposition besteht, ist Raum für die „individuelle" Disposition. Bei derartigen Rassen gelingt nicht jeder Versuch einer Uebertragung, und nicht jedes inficirte Individuum erkrankt schwer oder tödtlich, vielmehr geht eine erhebliche Anzahl der Infectionen in Genesung über. Impft man eine weisse Maus mit Milzbrand, so erkrankt sie sicher, und in längstens 3—4 Tagen ist sie der Krankheit erlegen; inficirt sich der Mensch, so kann auch er rasch zu Grunde gehen; meistens jedoch bleibt der Milzbrand local, es tritt ein Milzbrandkarbunkel auf, welcher zur Heilung tendirt; bei den Mäusen ist von einer individuellen Disposition nicht die Rede, beim Menschen wohl. **Immunität des Individuums.**

Ueber das Wesen der natürlichen Widerstandsfähigkeit ist noch wenig bekannt. Man darf jedoch annehmen, dass die natürliche Empfänglichkeit oder Unempfänglichkeit auf biochemischen Ursachen beruht. **Disposition beruht auf:**

Gestützt auf Untersuchungen von Behring und Fodor an Kaninchen mit Milzbrand kann man folgern, dass ein stark alkalisches Blut und die Fähigkeit des Blutes, auf eine Infection mit stärkerer Alkalität zu reagiren, einen gewissen Einfluss auf die Empfänglichkeit gegen einzelne Krankheiten ausübt. Künstliche Verminderung der Alkalität durch entsprechende Nahrungszufuhr hebt die Unempfänglichkeit wieder auf. **1) Reaction.**

Metschnikoff hat die natürliche Immunität und Disposition auf eine directe Einwirkung der Leukocyten zurückzuführen gesucht. Er bemerkte, als er immunen Thieren Milzbrandcultur einspritzte, dass die Leukocyten sich an der Injectionsstelle anhäuften und die Bacillen in sich aufnahmen. Bei einer grossen Reihe von Untersuchungen mit anderen Mikroorganismen sah er dieselbe Erscheinung. Metschnikoff nennt diejenigen Zellen, welche Bacillen aufnehmen, Phagocyten, Fresszellen, er unter- **2) Phagocytose.**

scheidet zwischen Mikrophagen, den Leukocyten, und Makrophagen, den grossen, hauptsächlich in der Milz vorkommenden Zellen; seine Lehre heisst daher die Lehre von der Phagocytose.

Viele Untersucher haben sich mit dieser Theorie beschäftigt, und aus dem Für und Wider ergiebt sich ungefähr Folgendes:

Am meisten ist die Ansicht vertreten, die Leukocyten nähmen nicht vollkräftige, sondern todte oder wenigstens angekränkelte Bacterien auf, die Leukocyten seien gewissermassen die Crematorien der Bacillen. Diese Ansicht ist für sehr viele Fälle richtig; andererseits ist durch Metschnikoff und seine Anhänger ebenso zweifellos festgestellt, dass auch lebende, vollkräftige Bacillen von den Leukocyten aufgenommen werden; ferner hat Metschnikoff nachgewiesen, dass die lebend aufgenommenen Mikroben in den Zellen bald absterben.

Andere Arten von Mikroben bleiben jedoch in den Zellen lebendig, vermehren sich sogar darin und zerstören die Zellen; das thun z. B. die Gonococcen, die Bacillen der Mäusesepticaemie, des Rotzes und einige andere.

Der Hauptbeweis gegen die Allgemeingültigkeit der Phagocytose als Ursache der Immunität ist jedoch der, dass vielfach neben den Zellen und ausserhalb der Sphäre ihrer directen Beeinflussung sich abgestorbene Bacterien finden.

Die Bedeutung der Phagocytose für die Immunität ist daher keine generelle, nur bei einzelnen Thierklassen und bestimmten Krankheiten ist sie von wesentlichem Belang. Aber wenn auch die Leukocyten durch ihre bacterienfressende Thätigkeit von geringerer Wichtigkeit sind, so spielen sie doch in der Bekämpfung der Infectionen dadurch eine grosse Rolle, dass sie bacterienfeindliche Stoffe in sich enthalten und in grossen Mengen ausscheiden.

Die Ansammlung von Leukocyten um bestimmte Arten von Bacterien und die Aufnahme der letzteren sind hauptsächlich chemotactischer Natur, d. h. von den Bacterien erzeugte oder aus dem Bacterienzerfall entstandene Stoffe bilden einen Reiz für die Leukocyten, welchem sie selbstthätig zustreben. Dass dem so ist, lässt sich erweisen durch die starken Leukocyten-Anhäufungen, welche entstehen, wenn man Extracte von Bacterien ohne die Bacterienleiber injicirt.

Chemotaxis.

Ribbert erklärt die Bedeutung der Leukocyten anders; er lässt die eingeführten Mikroorganismen von einem Walle weisser Blutkörperchen eingeschlossen werden und in dieser Clausur zu Grunde gehen, was für eine Anzahl Fälle wirklich der Fall sein dürfte.

Eine dritte Möglichkeit ist die, dass die Körpersäfte Gifte für die eingeführten Bacterien darstellen, welche dieselben bald zum Absterben bringen. Die meisten Verdienste um diese Theorie hat sich Buchner erworben. 3) Bactericide Substanz.

Nach ihm besitzt das Blut eine bactericide und eine globulicide Kraft, d. h. es ist im Stande, in relativ kurzer Zeit sowohl eingedrungene Bacterien, als auch eingespritzte Blutkörperchen anderer Thierarten in vitro und innerhalb der Blutbahn abzutödten. — Diese Kraft wohnt dem Serum inne und zwar den nicht von ihren Salzen getrennten Eiweisskörpern desselben. Sie geht verloren durch $^1/_2$ Stunde währendes Erwärmen auf 55°, sowie durch die Einwirkung des Lichtes, des Sauerstoffs, der Fäulniss, oder durch Auflösung rother Blutkörperchen im Serum; sie bleibt bestehen beim Gefrieren und Wiederaufthauen; da hierbei die Leukocyten absterben, so kann nicht eine directe Leukocytenwirkung vorliegen.

Diese im Serum enthaltenen, mit den Nucleinen nicht identischen Körper nennt man nach Buchner Alexine, Schutzstoffe.

Anscheinend sind sie im Blute vorgebildet; andererseits aber sprechen Untersuchungen (Denys und Kassin, R. Pfeiffer) dafür, dass sie im Bedarfsfalle, d. h. nach der Infection in grösserer Menge erst entstehen, und zwar aus den Körperzellen, in erster Linie den Endothelien und den Leukocyten; jedenfalls ist sicher, dass die Leukocyten recht kräftig wirkende bactericide Stoffe enthalten, welche sie an die Blutflüssigkeit und die Körpersäfte abgeben, welche ihnen aber auch künstlich durch Maceration entzogen werden können.

Ob die Immunität in der Aufnahme der Bacterien in die Zellen und der daselbst stattfindenden Abtödtung, oder in einer Giftwirkung der Körpersäfte auf die Bacterien beruht, schliesslich sind es immer die durch die Zellen gebildeten, vielleicht ihnen direct anhaftenden (nur im Gebiete der Zellterritorien wirkenden), chemischen Substanzen, welche die Infection verhindern.

Grosse chemische Differenzen in den Gewebesäften und den Zellen bei immunen und disponirten Thieren braucht man deshalb nicht vorauszusetzen. Alles spricht vielmehr dafür, dass die natürliche Disposition oder Immunität an minimale Schwankungen oder Aenderungen im Zustand des zu inficirenden Wesens oder der inficirenden Mikroorganismen geknüpft ist.

Von Belang für die Empfänglichkeit ist das Lebensalter. Wenn auch jugendliche Individuen oft mehr der Infection ausgesetzt sind als ältere, so genügt die grössere Infectionsintensität Alter.

doch nicht, um z. B. die grosse Erkrankungsziffer an Diphtherie und Scharlach bei Kindern, die auffallend geringe Erkrankungsziffer bei Erwachsenen zu erklären. Hier müssen im Lebensalter liegende Differenzen vorhanden sein.

Kräftezustand.

Was vom Alter gilt, gilt auch in mancher Beziehung vom Kräftezustand. Kräftige Personen sind meistens weniger disponirt als Schwächliche, als Kranke und Reconvalescenten. Ferner haben Thierversuche gezeigt, dass Ueberanstrengung, Hungern oder starke Abkühlung, das Athmen schädlicher Gasarten, sowie die Anwesenheit abnormer Stoffe im Körper oder Blut (Zucker, Gifte) die Disposition wesentlich zu erhöhen vermögen. Man geht kaum fehl mit der Annahme, dass ein guter Ernährungszustand, eine mässige körperliche Arbeit in freier Luft die natürliche Widerstandsfähigkeit gegen Infectionserreger günstig beeinflussen.

Die natürliche Widerstandsfähigkeit ist zumeist gegen die Infection, d. h. gegen die lebenden Krankheitserreger gerichtet, nur in Ausnahmefällen wirkt sie gegen das in grösseren Mengen eingebrachte fertige Bacteriengift. Kaninchen, Meerschweinchen u. s. w. sind mit Typhusbacillen nicht zu inficiren; injicirt man ihnen dahingegen grosse Mengen lebender oder abgetödteter Culturen in zweckentsprechender Weise, so sterben sie unweigerlich: das Bacteriengift hat sie getödtet. Aehnlich ist es mit den meisten Bacteriengiften; jedoch giebt es Ausnahmen, das Huhn z. B. ist fast absolut giftfest gegen das Tetanusgift. Die Empfänglichkeit für die Vergiftung ist vielfach unabhängig von der mehr oder minder grossen Leichtigkeit der Infection, so sind Menschen und Meerschweine leicht mit Tuberkulose zu inficiren, aber während der Mensch auf das Tuberkulosegift (Tuberkulin) sehr stark reagirt, thut das das Meerschwein fast gar nicht. Es ist eine bekannte Thatsache, dass Thiere, die mit einem Gift inficirt waren und nach anscheinend voller Genesung ein anderes Bacteriengift injicirt erhalten, nunmehr gegen letzteres viel empfindlicher sind als frische Thiere.

Eine Erklärung für diese Erscheinungen giebt es noch nicht; überhaupt darf man nicht denken, dass mit der Einwirkung der Reaction, der Phagocytose oder der Alexine die Immunität völlig erklärt sei.

E. Künstliche Immunität.

Die Disposition für die Infectionskrankheiten ist nicht starr, nicht unwandelbar, im Gegentheil, sie kann auf die verschiedenste Weise beeinflusst werden.

Am augenfälligsten ist der Wechsel in der Disposition nach dem Ueberstehen mancher Infectionskrankheiten. Es gehört zu den Seltenheiten, dass Jemand ein zweites Mal von den Pocken befallen wird; ebenso schützt das Ueberstehen von Masern, Scharlach, Flecktyphus vor abermaliger Erkrankung. Bei anderen Krankheiten ist das allerdings nicht der Fall, so erhöht anscheinend die Malaria die Disposition für eine zweite Infection; bei wieder anderen, hauptsächlich den auf Bacterien beruhenden, besteht die erlangte Immunität nur eine relativ kurze Zeit. Die Untersuchungen haben ergeben, dass in dem Blute der immun gewordenen Individuen Stoffe enthalten sind, welche die Bacterien der überstandenen Krankheit, aber nur diese — specifische Immunität — zu tödten vermögen. Man nimmt wohl mit Recht an, dass diese „Schutzstoffe" es sind, welche die Immunität bedingen. **Ueberstehen der Krankheit.**

Früher hat man, um bösartigen Spontaninfectionen bei Pocken zu entgehen, in milden Pockenepidemien durch Impfung mittelst seichter Schnitte und Einbringen von wenig Impfstoff relativ leichte Pockenerkrankungen erzeugt. **Impfung mit vollvirulentem Material,**

Aber nicht nur die Art, sondern auch der Ort der Impfung mit vollvirulentem Material ist von Belang. Man schützt z. B. Rinder gegen Lungenseuche, indem man ihnen vollvirulenten Gewebesaft in den Schwanz impft; das straffe Gewebe verhindert die ausgiebige Entwickelung der Mikroben und die locale Krankheit schützt vor Allgemeininfection. Andererseits wirken die Bacillen des Rauschbrandes, die in dem sauerstoffreichen Blut nicht sich zu entwickeln vermögen, immunisirend, sofern sie in die Blutbahn gespritzt werden, während sie, unter die Haut gebracht, die tödliche Affection hervorrufen.

Pasteur hat behufs Immunisirung zuerst einen anderen Weg betreten. Er nahm den Bacterien einen Theil ihrer Virulenz, d. h. er machte sie weniger infectiös, und dann impfte er Thiere mit diesen abgeschwächten Mikroorganismen. Die so behandelten Thiere waren gefestigt gegen eine Impfung mit dem vollständig kräftigen Material. Es gelang ihm das bei der Hühnercholera, dem Milzbrand, dem Schweinerothlauf und in ausgesprochener Weise auch bei der Tollwuth. **mit abgeschwächten Mikroben,**

Selbst wenn die Bacterien so abgeschwächt sind, dass sie gar keine pathogene Wirkung mehr ausüben, können sie, eingeimpft, dennoch eine Schutzwirkung haben, wie für Hühnercholera und Milzbrand von Hüppe und Chauveau gezeigt wurde.

Indessen nicht nur die Impfung mit vollvirulenten und abgeschwächten specifischen Mikroorganismen, sondern auch die

mit nicht-pathogenen Mikroben, Impfung mit anderen Bacterien gewährt einen Schutz gegen die Invasion; so gelang es Hüppe, die leicht für Milzbrand empfänglichen Mäuse immun zu machen durch Injection eines in der Erde vorkommenden, dem Milzbrand ähnlichen Mikroben; Emmerich erzeugte Immunität gegen Milzbrand durch Einspritzung von Erysipelcoccen, u. s. w.

mit Bacterien-Producten, Eine sehr wichtige Entdeckung wurde von Salmon und Smith gemacht, indem sie nicht Bacterien, sondern die von denselben gelieferten Umsetzungsproducte injicirten und damit einen Schutz bei Hog-cholera erzielten. Die Beobachtung dieser beiden Forscher konnte für fast alle Infectionskrankheiten als richtig erwiesen werden, und sie ist für die Praxis der Schutzimpfungen von grosser Bedeutung geworden.

mit organischen, Foa und Bonome gelang es mit einem Körper, welcher von Bacterien erzeugt werden kann, in diesem Falle aber nach den Regeln der Chemie bereitet worden war, dem Neurin, gleichfalls Impfschutz zu erzeugen.

mit anorganischen Präparaten Auch anorganische Stoffe vermögen Immunität zu bewirken. Behring machte Meerschweinchen und Kaninchen mit Wasserstoffsuperoxyd gegen Diphterie, Kitasato Kaninchen mit Jodtrichlorid gegen Tetanus immun.

Andererseits kann Zuführung von Chemikalien die Empfänglichkeit erhöhen. Leo fütterte weisse Mäuse mit Phloridzin, dadurch wurden diese sonst gegen Rotz unempfänglichen Thiere disponirt. Bujwid spritzte Staphylococcen in Zuckerlösung unter die Haut von Versuchsthieren und erhielt Eiterung, wo er sie früher nicht erhalten hatte. Arloing wies nach, dass Rauschbrand fast immer die Thiere tödtet, wenn seine Erreger zusammen mit Milchsäure eingeführt werden.

Aus dem Vorstehenden folgt, dass man durch chemische, anorganische Präparate und durch chemische Körper, welche Abspaltungsproducte der Bacterien sind und die man sowohl im Laboratorium als auch im Thierkörper herstellen, sogar mit Eiweiss zusammen aus dem Blute der Thiere ausfällen kann, einen Schutz gegen die Infection zu bewerkstelligen vermag.

Specifische und nicht-specifische Immunisirung. Dieser Schutz ist jedoch von ganz verschiedener Bedeutung und man muss streng unterscheiden zwischen specifischer und nicht specifischer Immunisirung.

Zu der letzteren gehören alle diejenigen Massnahmen, welche auf eine erhöhte Wirksamkeit der natürlichen Schutzwehren des Körpers, der Alexine und der Phagocyten, gerichtet sind, wie z. B. die Behandlungsweisen mit rein chemischen Körpern und

mit heterogenen Bacterien oder Bacterienproducten. Zu der specifischen Immunisirung hingegen zählen die durch Ueberstehen der Krankheit oder die durch Behandlung mit den gleichartigen Mikroben oder ihren Producten erzeugten Schutzwirkungen.

Ein gutes Beispiel hierfür liefert die sog. Meerschweinchencholera. Injicirt man einem Meerschweinchen eine Oese frischer virulenter Agarcultur von Cholerabacillen in die Bauchhöhle, so stirbt das Thier rapid unter Collapserscheinungen; injicirt man aber eine wesentlich kleinere Menge, so erkrankt es nur, und ist nach einiger Zeit immun gegen die sonst tödtliche Choleradosis. Spritzt man eine Oese einer den Cholerabacillen verwandten Art von Wasserspirillen einem Meerschweinchen ein, so stirbt es genau so, wie nach einer Cholerabacilleninjection; in gleicher Weise lässt sich durch eine geringe Dosis dieser Spirillen eine Immunität gegen letztere erzeugen. Injicirt man nun einem gegen die Spirillen immunisirten Thier wenige Tage nach der Immunisirung die sonst tödtliche Dosis Cholerabacillen, so bleibt es am Leben; injicirt man aber erst nach 14 Tagen, so stirbt es, während ein vor 14 Tagen mit Cholerabacillen vorbehandeltes Thier noch immun ist und für Wochen noch immun bleibt. Letztere Immunität ist eine specifische, auf der Reizwirkung der injicirten Bacillen auf die Bauchhöhlenzellen beruhende; erstere ist eine nicht specifische, was dadurch bewiesen wird, dass eine Injection von steriler Bouillon in gleicher Weise einen gleichen, auch nur wenige Tage dauernden Schutz gewährt. Die Schutzwirkung kommt in der Weise zu Stande, dass die eingespritzten virulenten Bacillen sofort bewegungslos werden und rasch körnig zerfallen (R. Pfeiffer).

Bactericide und giftvernichtende Einflüsse.

Der specifische, in den sogenannten Antitoxinen liegende Schutz selbst beruht entweder auf *bacterienfeindlichen*, bactericiden Einflüssen, wobei die Mikroorganismen an ihrer Vitalität geschädigt werden und rasch zu Grunde gehen wie z. B. bei den Thierexperimenten mit Cholera- und Typhusbacillen, oder auf *Bacteriengift vernichtenden* Einflüssen, wodurch entweder die Giftbildung verhindert oder, was zur Zeit als das wahrscheinlichste gilt, das erzeugte Gift, wenn auch nicht zerstört, so doch vielleicht durch eine Art Bindung als Doppelverbindung paralysirt wird wie bei der Diphtherie und beim Tetanus, oder aber darauf, dass der Schutzkörper, das Antitoxin, eine immunisirende Substanz ist, welche in die Körperzellen eindringt und sie unempfänglich oder unempfindlich macht für die Toxine.

Beim Menschen scheint häufig die Paralysirung der Giftwirkung mit einer Aufhebung der Bacterienvermehrung zusammenzugehen.

Serumtherapie.

Den Schlussstein in der Entwicklung des specifischen Impfschutzes bildet zur Zeit die von Behring so glänzend ein- und durchgeführte Serumtherapie. Behring und Kitasato hatten ge-

funden, dass man Thiere gegen Tetanus und Diphtheriegift durch Injection von abgeschwächten und dann von virulenten Culturen der betreffenden Bacterien oder der aus ihnen gewonnenen Giftstoffe schützen kann.

Behring fand aber weiter, dass auch dem extravasculären Blut von Thieren, die künstlich gegen Diphtherie immun gemacht waren, die Fähigkeit zukommt, „neue“ Thiere gegen die schädigende Wirkung lebender und todter Diphtherieculturen zu schützen und, nach vorausgegangener Infection, sie sogar zu heilen. Behring und Kitasato erwiesen dasselbe auch für den Tetanus; seitdem ist das Gleiche von anderen Autoren für eine Reihe anderer Affectionen ebenfalls festgestellt worden. Man weiss somit, dass im Blutserum der specifisch immunisirten Thiere Stoffe enthalten sind, die, in den Körper neuer Thiere in entsprechender Menge übergeführt, im Stande sind, die gleiche Unempfindlichkeit gegen lebende Bacterien und bei einigen Affectionen, z. B. Diphtherie und Tetanus, auch gegen das Gift in kürzester Zeit zu verleihen und sogar einen Heilerfolg bei bereits ausgebrochener, nicht zu weit vorgeschrittener Krankheit zu gewähren.

Damit dieser Erfolg erzielt werde, muss der Immunisirungswerth des Serums ein hoher sein. Das wird erreicht durch eine sehr hochhinauf getriebene Giftwiderstandsfähigkeit der Thiere, von welchen das Serum gewonnen wird mittels Injection allmählich steigender Dosen des specifischen Giftes und virulanter Culturen unter Erzeugung specifischer Fieberreactionen, oder durch Concentrirung der Schutzstoffe aus dem Blut oder aus anderen Körpersäften. Ehrlich wies nach, dass die Schutzstoffe aus dem Blute der Mutter auf die Frucht übergehen und auch in der Milch enthalten sind; er gewann sie aus der Molke nach Abscheidung des Kaseins.

Die Schutzstoffe gehören vielleicht den Eiweisskörpern an, sie sind gegen Licht, Fäulniss und Erwärmung bis zu 70—80° unempfindlich. Die Schutzstoffe sollen entweder durch den Reiz der injicirten Bacterienproducte auf die Thierzellen entstehen, also Reactionsproducte des lebenden Organismus darstellen (Behring), oder sie sollen in Folge der wiederholten Injectionen allmählich im Thierkörper angehäufte specifische umgewandelte Bacterienzellsubstanzen sein (Buchner). Die primären immunisirenden Stoffe sind nach der Annahme der Einen von den Giften abgeleitet und ihnen sehr nahe verwandt, nach der Annahme einiger anderer Autoren sind sie von den Giften grundsätzlich verschieden.

F. Einfluss der Beschaffenheit und der Zahl der Bacterien auf die Infection.

Bei der Disposition kommt nicht allein das zu inficirende Wesen, sondern auch der inficirende Mikroorganismus in Betracht.

Die Virulenz der Bacterien. Wie schon gesagt worden, kennt man vollkräftige und abgeschwächte Krankheitserreger. Wenn man Mikroorganismen der Einwirkung chemischer Agentien aussetzt, sie z. B. einige Zeit in schwachen Desinficientien züchtet, oder sie längere Zeit bei erhöhter Temperatur oder bei Luftabschluss bezw. Luftzufuhr cultivirt, oder sie in bestimmter Weise der Lichtwirkung aussetzt, oder sie wiederholt durch den Körper wenig empfänglicher Thiere gehen lässt, so verlieren sie in verschieden hohem Grade die Fähigkeit, auf den lebenden Thierkörper schädigend einzuwirken. Manche Mikroorganismen thun das bereits, ohne dass man sich besondere Mühe zu geben braucht — natürliche Abschwächung. Züchtet man z. B. Erysipelcoccen, Rotzbacillen, Gonococcen, Pneumonieerreger ausserhalb des Thierkörpers, lässt man diese Parasiten also als Saprophyten vegetiren, so werden sie abgeschwächt, so degeneriren sie.

Gelangen abgeschwächte Mikroben in den Körper disponirter Thiere, so können die hoch disponirten Rassen und Individuen erkranken, während die weniger disponirten den eingedrungenen Feind nicht aufkommen lassen.

Die Infectiosität der pathogenen Bacterien soll darauf beruhen, dass specifische Producte der Bacterien (Angriffsstoffe, Lysine) die Alexine des Körpers unwirksam machen bezw. ihre Entstehung verhindern.

Die Zahl der eingedrungenen Bacterien ist von Belang für das Haften der Infection. Nur in seltenen Fällen und nur bei hoher Disposition dürfte ein Keim zur Infection genügen.

Man kann sich vorstellen, dass in der Mehrzahl der Fälle der Giftstoff, das Lysin, welchen ein einzelner Bacillus ausscheidet, nicht ausreicht, um die umliegenden Zellen stark zu schädigen oder die Säfte wesentlich zu verändern, während die dem Mikroorganismus ungünstigen Einflüsse der Zellen und Säfte vereint auf ihn einwirken; es ist der Kampf des Einen gegen Alle. Dringen hingegen mehrere Mikroorganismen zusammen ein, und werden sie durch Festlagerung im Capillar-

gebiet der vollen Einwirkung der Körpersäfte entzogen, so schädigen sie bald ihre Umgebung, verhindern damit die Bildung der ihnen schädlichen Schutzstoffe, und von einem Punkte aus und langsam beginnt ihre Vermehrung, die sich in einem localen Erkrankungsherd, Metastasenbildung oder Septicaemie und Toxinwirkung äussert.

G. Die Eingangspforten für die Infectionserreger.

Eine Infection ist nur möglich, wenn die richtige Eingangspforte getroffen wird. Die Bacterien finden im Körper nicht aller Orten die günstige Gelegenheit, sich zu vermehren und ihre specifische Energie walten zu lassen. So wirken Typhus- und Cholerabacillen nicht von der Lunge aus, die dorthin gelangten Keime gehen, da sie keine eigentlichen „Blutparasiten" sind, bald zu Grunde, dringen nicht in den Darm, den Sitz ihrer Wirksamkeit, hinein. Dahingegen inficiren andere Erreger, z. B. die Pneumoniebacterien, von der Lunge aus.

Lunge und Darm.

Haut.

Sogar bei unverletzter Haut können einige Krankheitskeime wirken, wenn sie in die Ausführungsgänge der Talg- und Schweissdrüsen oder der Haarbälge eingerieben werden.

Schleimhäute.

Wieder andere Mikroorganismen wirken hauptsächlich von den Schleimhäuten aus, so die Gonococcen und die Diphtheriebacillen. Es scheint aber, als ob in den Secreten einiger Schleimhäute schützende Stoffe enthalten seien; so sind der Speichel, das Nasen- und Scheidensecret, die Thränenflüssigkeit für die meisten Bacterien ungünstige Nährböden.

Wunden.

Die Eitercoccen sind im gesunden Darm unschädlich, werden sie doch sogar von den Säuglingen, die sie den Milchgängen der Mutterbrust entnehmen, anstandslos vertragen. Sie wirken vielmehr von den Wunden aus; aber auch da ist wieder ein Unterschied; im straffen Hautgewebe erzeugen sie das Erysipel, im Unterhautgewebe die Phlegmone.

verschiedene Eingangspforten.

Nicht wenig Bacillen haben verschiedene Eingangspforten, d. h. sie können von Wunden, von der Lunge, vom Darm oder von den Schleimhäuten aus wirken; die Tuberkel- und Milzbrandbacillen sind Repräsentanten dieser Kategorie.

Beschaffenheit des aufnehmenden Organes.

Der Zustand des Gewebes, worauf die Bacterien bei ihrem Eindringen treffen, ist für das Haften der Infection ebenfalls von Belang. Für viele Bacterien ist es nicht leicht, die dichte Epitheldecke zu durchdringen; ist in Folge von Verletzungen oder von Catarrhen das Epithel aufgelockert oder ver-

schwunden, so ist das Hinderniss beseitigt, und die Disposition für die Erkrankung vergrössert.

Der eingeathmete Tuberkelbacillus braucht nicht direct bis in die Alveolen zu dringen; häufig wird er in den Luftwegen abgelagert und von dort durch die Flimmerbewegung wieder hinaus befördert; fehlen jedoch die Flimmerhärchen, bestehen Substanzverluste im Epithel, finden sich durch scharfen Staub gesetzte minimale Wunden, dann kann an solchen Stellen der Bacillus zur Ruhe und zur Entwickelung kommen.

Sporenlose Bacterien werden vom gesunden Magen in der Regel verdaut, und nur die Bacterien, welche den Magen passirt haben, kommen in dem leicht alkalischen Darminhalt zur Entwickelung. Ein Versagen der Magenthätigkeit, eine ungenügende Säurebildung kann also die Infection ermöglichen.

Sogar starke Anfüllung des Magens wirkt insofern begünstigend, als die im Speisebrei eingeschlossenen Bacterien der Einwirkung des Magensaftes entgehen können.

Diese und ähnliche locale, Gelegenheits- oder zufällige Ursachen beeinflussen das Zustandekommen der Infection und spielen eine grosse, wenn auch nicht in jedem einzelnen Falle voll erkannte Rolle.

H. Die Heilung.

Schwierig ist die Frage zu beantworten, wie die Heilung der infectiösen Krankheiten zu Stande kommt.

Absterben der Mikroben im todten Nährmaterial,

In Nährflüssigkeiten tritt meistens das Absterben der eingeimpften Cultur ein, bevor die Nährsubstanzen erschöpft sind. In vielen Fällen sind es die Producte der Bacterien selbst, welche ein weiteres Wachsthum verhindern; so gehen die Säure- und Alkalibildner zu Grunde, wenn ein gewisser Procentsatz Säure oder Alkali erzeugt ist; so stirbt z. B. bei einem bestimmten Alkoholgehalt in der Zuckerlösung die Hefe ab. Aber auch andere Abspaltungsproducte aus dem Nährmaterial oder Stoffe, welche die lebenden Bacterien in ihrem Körper produciren, oder welche aus den durch innere Ursachen, denen jedes Lebewesen unterliegt, abgestorbenen Einzelwesen ausgelaugt werden, können die noch lebenden Mikroben zunächst schädigen und dann tödten.

im lebenden Organismus

Im lebenden Körper liegen die Verhältnisse zuweilen ähnlich; v. Fodor z. B. fand, dass der Kaninchenorganismus auf die Injection von Milzbrand- und Typhusbacillen mit einer raschen Zunahme der Alkalescenz des Blutes reagirte, und dass die Thiere mit hoher Alkalescenz sich widerstandsfähiger er-

wiesen als solche mit geringer. Aber diese Erklärung reicht nur für einzelne Fälle aus, und wir müssen uns nach anderen Erklärungen umsehen.

Bildung von bactericiden Substanzen.

Zweifellos treten beim Zerfall der Bacterien ihre Proteine in das Blut und die Zellen über und wirken dort durch ihre Fieber und Entzündung erregendeKraft, ihre chemotactischen oder sonstigen reizenden Eigenschaften auf die lebenden Zellen, sie anregend zur lebhafteren Bildung von Stoffen bactericider Natur oder zur intensiven Phagocytose. Für diese Annahme spricht, dass bald nach der Aufnahme von Milzbrandbacillen in den Kreislauf von Hunden die bactericide Kraft ihres Serums wesentlich erhöht wird, sowie die Erscheinungen, welche sich in der Bauchhöhle der Meerschweinchen abspielen (s. S. 369), wenn geringe Mengen von Cholera, Typhus und verwandten Mikroben hineingespritzt werden.

Bei diesen Vorgängen würde also die Heilung in der Hauptsache erfolgen durch Verstärkung der den Individuen bereits innewohnenden natürlichen Resistenz, oder das Auftreten besonderer specifischer bactericider Stoffe.

von Antitoxinen.

Noch wichtiger für die Heilung ist die Bildung von Antitoxinen. Von den Bacterien werden Toxine erzeugt, von welchen ein Theil in die Säftemasse übergeht, ein anderer gleich am Orte der Entstehung von den Zellen aufgenommen wird. Letzterer erzeugt, wie für das Tetanustoxin nachgewiesen ist, sogar mikroskopisch nachweisbare anatomische Veränderungen, und zwar dadurch, dass in den Zellen vorhandene giftbindende Substanzen verbraucht werden. Hierdurch werden die Zellen defect, und sie ersetzen nun möglichst bald die Defecte, ja, in Folge des lebhaften, nicht über eine gewisse Grenze hinausgehenden formativen Reizes erzeugen sie die giftbindenden Substanzen im Ueberschuss und geben dieselben an das Blut ab. Dort wird das cirkulirende Toxin gebunden und dadurch verhindert, neue Zellen zu invadiren, neue Krankheitssymptome zu machen (Ehrlich). Damit ist der Stillstand der Krankheit erreicht und die Heilung eingeleitet.

Hiernach bedingt also die giftbindende Substanz, das Antitoxin, so lange sie nur in den Zellen, also sehr spärlich vorhanden ist, Krankheit, wenn sie reichlich vorhanden und ins Blut übergetreten ist, Heilung. (Daher entsteht auch bei der primären Immunisirung eine Schädigung der Zellen und allgemeines Kranksein, und tritt die günstige Wirkung erst relativ spät ein, während bei der secundären Immunisirung durch Injection fertiger, reichlicher Antitoxine keine gesundheitliche Störung, sondern eine sofortige Heilwirkung eintritt.)

Verläuft die Krankheit bösartig, so dass die Zellen durch das Gift sehr schwer geschädigt oder gar getödtet werden, so kann Antitoxin nicht gebildet werden, das Individuum geht zu Grunde. Bei chronischen Krankheiten kann die Giftbildung so schleichend verlaufen, dass es an dem genügenden Reiz zu energischer Antitoxinbildung fehlt; führt man nun Toxin zu, so wird eine lebhaftere Antitoxinbildung und damit die Heilung eingeleitet. Mit den nicht mehr schädigenden Mikroorganismen wird der Körper bald fertig, sie sind für ihn nur noch Saprophyten; würde man bei Krankheiten acuter Art, bei welchen bereits lebhaft Toxin gebildet wird, noch Toxin künstlich zuführen, so würde eine Verschlimmerung die Folge sein (Behring).

J. Die Bedingungen für die Entstehung von Epidemien.

a) Der Uebergang der Krankheitskeime auf den Menschen.

Vorkommen der Krankheitserreger.

Die Ansteckungskeime finden sich zunächst entweder im Innern oder an der Oberfläche des erkrankten Individuums. Die im Innern des Körpers enthaltenen Infectionserreger sind so lange für die Umgebung ungefährlich, als sie den Körper nicht verlassen. Sie werden durch die Ausscheidungen nach aussen befördert. Im Koth finden sich die Erreger der Cholera und des Typhus, im Eiter die Staphylococcen, die Gonococcen, im Auswurf die Tuberkelbacillen, in den ausgehusteten Fetzen die Diphtheriebacillen etc. Der Harn enthält sicher dann pathogene Mikroorganismen, wenn sich in dem uropoetischen System Localisationen der Krankheit finden. In den Fäcalien gehen die Bacterien gewöhnlich bald zu Grunde, jedoch sind vereinzelte Fälle monatelangen Lebens bekannt.

Ein Theil der pathogenen Mikroorganismen verliert regelmässig kurze Zeit nach dem Verlassen des Körpers seine Virulenz oder seine Lebensfähigkeit, so z. B. sterben die Erreger der Syphilis, der Rabies, der Gonorrhöe sehr bald ab; hier ist die directe Uebertragung vom Kranken auf den Gesunden die Regel.

Definitionen.

Die erwähnten Krankheiten bilden zusammen mit einigen anderen, z. B. den Exanthemen, der Diphtherie u. s. w. die Gruppe der sog. „contagiösen“ Krankheiten im engeren Wortverstande; zu den „miasmatischen“ rechnet man diejenigen, welche durch die Luft oder auf unbekannte Weise, aber nicht direct vom Kranken auf den Gesunden übermittelt werden, wie z. B. die Malaria; da jedoch viele Affectionen auf beide Me-

thoden übertragbar sind, so war man zu der Aufstellung einer neuen Gruppe der „contagiös-miasmatischen" Krankheiten gezwungen. — Je nachdem die pathogenen Keime hauptsächlich im erkrankten Organismus sich entwickeln und von dort aus, ohne auf Zwischengliedern sich zu vermehren, auf Gesunde übergehen, oder hauptsächlich nach saprophytischer Vermehrung inficiren, unterscheidet man „entogene" und „ectogene" Krankheiten. Auch spricht man von „fixen" Contagien, wenn lebende Krankheitskeime nicht durch schwache Luftströme verschleppt werden können, im Gegensatz zu den „flüchtigen" Contagien, die schon durch kleinste Luftströme von etwa 1—4 mm in der Sekunde verschleppbar sind. Alle diese Schematisirungen haben geringen Werth; die Hauptsache ist, dass der Arzt von jeder einzelnen Krankheit möglichst genau den Infectionsmodus und die Wege kennt, die von den Krankheitserregern beschritten werden können.

Directe Uebertragung,

Bei solchen Krankheiten, deren Keime sich einige Zeit ausserhalb des Körpers halten, und bei denen die directe Uebertragung von Person zu Person leicht bewerkstelligt werden kann, genügt indessen die blosse „Berührung" zur Infection nicht, denn die unverletzte Haut ist, sofern die Keime nicht eingerieben werden, undurchgängig; der durch Berührung übernommene Keim muss erst von der Berührungsstelle an eine kleine Wunde oder auf eine aufnahmefähige Schleimhaut, z. B. die der Athmungs- oder Verdauungsorgane gebracht werden, ehe eine Infection eintreten kann. Die directe Uebertragung ist bei den meisten Infectionskrankheiten möglich; so inficirt sich, um nur ein Beispiel anzuführen, das Wartepersonal bei Cholera und Typhus nicht selten dadurch, dass es die mit Koth besudelten Finger unbewusst an den Mund bringt.

Indirecte Uebertragung.

Häufiger jedoch werden die pathogenen Keime durch Zwischenglieder, also indirect, übertragen. Als Vermittler dienen unter Anderem lebende Wesen. So kann die Pflegerin, selbst gesund bleibend, die Diphtherie an Dritte übermitteln; so können Hühner, Hunde, Schweine u. dergl. die mit den Ausleerungen auf den Mist geschütteten Krankheitskeime an ihren Füssen über den Hof, auf die Strasse, in die Häuser schleppen; so vermögen die Fliegen und andere Insecten, ganz abgesehen davon, dass einige geradezu als Zwischenwirthe bei bestimmten Krankheiten, z. B. den Filariaerkrankungen, dienen, sowohl an als in ihrem Körper lebende Krankheitskeime zu beherbergen und auf Nahrungsmitteln u. dergl. zu deponiren; auch ist wahrscheinlich, dass durch Insectenstiche (Mücken-Malaria) Krankheiten übertragen werden.

Infectionen durch die Luft.

Die Luft vermag nach zweifacher Richtung hin Krankheiten zu vermitteln. Zunächst können diejenigen pathogenen Keime- welche Sporen bilden oder längere Zeit Staubtrockenheit vertragen, als Stäubchen in ihr enthalten sein. Bacterienagglomera, tionen oder an grössere Partikelchen, Schleim, Koth u. s. w. angetrocknete Einzelmikroben fallen allerdings bald aus; aber einzelne Bacterien allein oder an feinste Stäubchen angetrocknet können sich stundenlang in der Luft halten und von dort aus in die Athmungsorgane oder auch indirect in den Verdauungstractus eindringen.

Weiterhin steht fest, dass beim Husten, Niesen, Räuspern, Sprechen feinste Tröpfchen entstehen, an welche angeklebt die Bacterien der Auswurfskrankheiten (Tuberkulose, Diphtherie, Influenza, Pneumonie) ebenfalls bis zu mehreren Stunden in der Luft schwebend bleiben (Flügge). Im Freien ist eine Infectionsgefahr der einen oder anderen Art wegen der übergrossen Vertheilung wohl kaum zu fürchten, dahingegen ist in Krankenzimmern mit dieser Gefahr sehr zu rechnen.

Durch Nahrungsmittel, Gebrauchsgegenstände etc.

Häufig stellen die Nahrungsmittel, auf welche aus der Luft die Keime gefallen oder durch Insecten, schmutzige Finger und Aehnlichem übertragen sind, die Vermittler dar. Dass unter den Nahrungsmitteln das Wasser die erste Stelle einnimmt, ist früher bereits nachgewiesen worden. Ebenso ist schon erwähnt, dass Milch und Fleisch inficirt sein können; ferner sind bei gewissen Krankheiten (Typhus, Cholera) mit Faecalstoffen gedüngte roh genossene Pflanzentheile bestimmter Art (Salate, Radieschen und Aehnliches) als verdächtig zu betrachten.

Hierbei sei daran erinnert, dass auch die oberen Bodenschichten Krankheitskeime beherbergen und bei passender Gelegenheit auf den Menschen übergehen lassen.

Unter den Gebrauchsgegenständen sind in erster Linie die Kleider und unter ihnen hauptsächlich unreine Wäsche als Träger von Krankheitskeimen zu nennen; ferner vermitteln Spielsachen, Bücher u. dergl. die Infectionen.

Selbstverständlich können alle möglichen Gegenstände und Substanzen, sofern sie nicht bactericide Eigenschaften besitzen, pathogene Bacterien, welche zufällig dorthin gerathen sind, einige Zeit beherbergen und unter sonst günstigen Bedingungen zur Vermehrung kommen lassen.

Ubiquitäre Keime.

Manche Krankheitskeime sind sehr verbreitet, sind in gewisser Beziehung ubiquitär; dahin gehören z. B. die Eiterungs-

erreger, welche man im Trinkwasser, im Spülwasser, in den Faeces, in der Luft, in dem Schmutz der Nägel, in der Frauenmilch etc. gefunden hat.

Welche von den erwähnten und manchen anderen Infectionsmöglichkeiten in einem bestimmten Falle zur Geltung gekommen ist, lässt sich nicht immer mit Sicherheit erweisen; man muss mit allen rechnen und darf nicht nur die eine oder die andere in Rücksicht ziehen.

b) Der Ausbruch und die Verbreitung von Epidemien.

Damit eine ansteckende Krankheit zur Epidemie werde, sind die Anhäufung disponirter Individuen und geeigneter Krankheitserreger, sowie günstige Bedingungen nothwendig, welche den Uebergang der Krankheitskeime auf die Individuen ermöglichen.

Verkehr.

a) Die Anhäufung disponirter Individuen. Die Centren oder die Durchgangspunkte für den Verkehr werden mit Vorliebe von Seuchen heimgesucht. Die Zureisenden bringen die Infectionskeime mit; bei den engen Berührungen, bei den vielfachen Beziehungen der Menschen, dem sorglosen Verkehr ist die Vermittelung dann leicht, ohne dass dabei die directe Berührung, die „Contagion“, die einzige oder die Hauptrolle zu spielen braucht.

Dichtigkeit.

Weiterhin zeigt die Statistik, dass, je dichter die Bevölkerung wohnt, um so höher die Sterblichkeit überhaupt ist, und dass letztere wesentlich durch die Infectionskrankheiten beeinflusst wird.

Sociale Verhältnisse.

Es giebt kaum eine Infectionskrankheit, zu welcher nicht das Proletariat den grösseren Procentsatz stellt. Die Armuth mit ihrer Gefolgschaft: schlechter, ungenügender Ernährung, ungesunden, engen Wohnungen, anstrengender, oft extensiv und intensiv über das Mass hinausgehender Arbeit, welche nicht selten noch specifische Schädigungen birgt, bilden einen Hauptgrund dieses traurigen Vorrechtes der ärmeren Klassen. Hierzu treten noch andere Momente, so der in diesen Bevölkerungsschichten ziemlich stark verbreitete Missbrauch der Alkoholica, die mangelhafte Reinlichkeit und die Sorglosigkeit, die Unüberlegtheit, welche die erwähnten Kreise gegenüber den Infectionen besitzen. Selbstverständlich kommen bei besser situirten Klassen die beregten Uebelstände ebenfalls vor, doch sind sie dort seltener, wo im Allgemeinen eine bessere Erziehung vorhanden ist.

Wirthschaftliche Missstände.

Ungünstige äussere Umstände, Misswachs, Ueberschwemmungen, Krieg, haben, wie die Erfahrungen aller Jahrhunderte zeigen, oft schwere Seuchen im Gefolge; sie werden mit Recht

den prädisponirenden Ursachen zugezählt, da die in wirthschaftlichen Missverhältnissen lebenden Individuen geschwächt und gegen die andringenden Krankheitskeime nicht widerstandsfähig sind.

Manche Seuchen kehren in einem gewissen Rhythmus wieder; diese Erscheinung ist oft darin begründet, dass bei einigen Epidemien die grössere Zahl der disponirten Personen erkrankt, dass also die Bevölkerung durchseucht ist, und in ihr für die nächsten Jahre empfängliche Individuen fehlen. Ist später wieder genügender, noch nicht durchseuchter Nachwuchs vorhanden, so lässt der einfallende Infectionsfunke die Epidemie auflodern.

b) Zahlreiche und virulente Mikroorganismen. Schon früher ist gesagt worden, dass die Virulenz der Mikroben von Einfluss ist auf die mehr oder minder grosse Wahrscheinlichkeit der Erkrankung der Einzelnen; selbstverständlich werden virulente und viele Bacillen eine grössere und bösartigere Epidemie auszulösen vermögen als abgeschwächte und wenige.

c) Günstige Uebergangsbedingungen. Die Epidemiologie lehrt, dass in Mitteleuropa die Zeit des Spätsommers und Herbstes die von manchen Infectionskrankheiten bevorzugte ist, wohl aus dem Grunde, weil diese Zeit mit ihrer erheblichen Wärme und mässigen Feuchtigkeit der Entwickelung derjenigen Krankheitskeime günstig ist, welche als Saprophyten ausserhalb des Körpers zu leben vermögen. Grosse Hitze, starke Trockenheit oder starke Feuchtigkeit wirken meistens nicht begünstigend. Ausserdem kommt in Betracht, dass in dieser Zeit, sei es in Folge von Temperaturschwankungen oder vom Genuss der Früchte, prädisponirende Darmkrankheiten häufig sind. Sommer-epidemien.

An einigen Orten fallen die hauptsächlichsten Seuchenausbrüche in die Winterzeit. Da dann die pathogenen Keime sich nicht im Freien vermehren können, so müssen sie in den gewärmten Häusern irgendwo günstige Entwicklungs- und Verbreitungsbedingungen gefunden haben. Ueber die Art derselben weiss man bis zur Zeit nichts; der Möglichkeiten sind viele, und geringe Differenzen in der Lebensweise, in den Gewohnheiten oder in der Ernährung einer Bevölkerung sind vielleicht im Stande, über den Ausbruch einer Epidemie zu entscheiden. Ueberhaupt scheint es, als ob für eine Reihe von Krankheiten die Vegetation und Persistenz der Bacterien in den Häusern eine viel grössere Rolle spielen, als ausserhalb derselben; damit ist denn auch das Auftreten mancher Winterepidemien in Zusammenhang zu bringen; begünstigend wirkt bei denselben ferner das Winter-epidemien.

Zusammenleben der Familie in engen, z. Th. überfüllten und mit Feuchtigkeit gesättigten, stark erwärmten Räumen.

Locale Momente. Weiter zeigt die Seuchenlehre, dass bestimmte Localitäten von gewissen Krankheiten mit besonderer Vorliebe heimgesucht, andere von ihnen gemieden werden. Die Abhängigkeit der Malaria, des Tetanus, in gewisser Beziehung auch des Typhus von dem Boden ist schon früher besprochen worden. Andere Krankheiten, z. B. Gelbfieber und Cholera, folgen mit Vorliebe den Flussläufen, d. h. Wärme und Feuchtigkeit begünstigen sie. Gewisse Orte und Städte oder Stadtviertel und Strassen werden von den Epidemien mehr oder intensiver befallen als andere, ohne dass immer ein Grund für diese Prädilection ersichtlich ist, denn es ist noch nicht gelungen, das, was man vielfach als „örtliche und zeitliche Disposition“ bezeichnet, völlig in seine einzelnen Componenten zu zerlegen. Sauber gehaltene, mit den nothwendigen Reinlichkeitseinrichtungen versehene Städte und Stadttheile sind im Allgemeinen weniger disponirt als unsaubere.

K. Die Prophylaxe der Infectionskrankheiten.

Glücklicherweise steht der Mensch dem Hereinbrechen der Seuchen nicht immer machtlos gegenüber. Es lassen sich Massnahmen treffen, welche geeignet sind, die Infectionserreger fernzuhalten und die eingedrungenen in ihrer Vermehrung zu hindern oder sie zu tödten. Andererseits kann man auf die Disposition, welche, wie gezeigt wurde, nicht unwandelbar ist, in günstigem Sinne einwirken.

1. Massnahmen gegen die Verbreitung der Erreger.

a) Vorbedingungen.

Um den zymotischen Krankheiten wirksam entgegentreten zu können, ist als Vorbedingung erforderlich:

1) Eine möglichst genaue Kenntniss der Krankheit selbst, ihrer Erreger und deren Lebensbedingungen, sowie aller Hilfsursachen, welche ihrer Ausbreitung förderlich sind.

2) Die Kenntnissgabe des Auftretens der epidemischen Krankheiten. Zur Zeit, wo fast alle grösseren Städte der Welt mittelst Telegraphen untereinander verbunden sind, oder rasche Dampfer den Verkehr vermitteln, ist es leicht, über die im Auslande herrschenden Seuchen Nachricht zu erhalten; Ausnahmen bilden nur die mehr centralen Bezirke Asiens, insonderlich die türkischen Besitzungen, Persien und seine Nachbarstaaten, sowie das Innere Chinas und Afrikas. Mit Rücksicht auf Cholera und

Pest wäre zu wünschen, dass die in jenen Gebieten z. Th. schon bestehenden Nachrichtenstationen vermehrt würden.

Auf dem internationalen Congress in Dresden 1893 ist vereinbart worden, dass die Regierung des inficirten Staates genaue Mittheilungen über Choleraherde und die getroffenen Gegenmassregeln an die Regierung der Nachbarstaaten machen soll. Wie nützlich ein ähnliches Abkommen auch bezüglich der anderen Seuchen sein würde, ist einleuchtend.

Um im eigenen Lande über das Auftreten und die Verbreitung der Infectionen Klarheit zu bekommen, ist nothwendig:

1) Die obligatorische Todtenschau (Seite 290).

2) Die Anzeigepflicht der Aerzte. Nur wenn die ausführenden Behörden über jeden einzelnen Fall von Infectionskrankheit so rasch als möglich unterrichtet sind, lässt sich durch Belehrung, Unterstützung, Isolirung, Abgabe in ein Krankenhaus und zweckmässige Desinfection der einzelne Fall unter die günstigsten Bedingungen bringen und andererseits die Bildung eines „Seuchenherdes" verhindern. Vielfach besteht noch die Bestimmung, dass die Meldung nur bei „epidemischer Verbreitung" stattzufinden hat; diese Anordnung ist absolut unrichtig; *gerade die „ersten Fälle" sind bezüglich des Seuchenschutzes von der grössten Wichtigkeit.* Die Aerzte müssen der ihnen auferlegten Meldepflicht auf das Gewissenhafteste nachkommen.

3) Unabhängig gestellte Sanitätsorgane mit einer gewissen Executive, d. h. speciell ausgebildete Medicinalbeamte sollen vorhanden sein, welche nicht nur eine consultative Stimme, sondern auch das Recht des selbständigen Vorgehens besitzen; letzteres muss indessen geregelt sein durch

4) Gesetzlich festgelegte Verhaltungsmassregeln für jede einzelne Krankheit, also durch ein gut durchgearbeitetes Seuchengesetz.

b) Die Massnahmen der Behörden.

Nach Erfüllung vorstehender Vorbedingungen sind schon in *seuchenfreier Zeit* Massnahmen gegen die Infectionskrankheiten zu treffen, durch welche denselben gewissermassen der Boden entzogen wird. Zielen hierauf auch sehr viele Vorschriften der Hygiene hin, so mögen doch die folgenden besonders erwähnt werden:

1) Die Reinlichkeitsbestrebungen: Reinheit des Körpers, der Kleidung, des Hauses und Hofes, der Strasse. Die Sorge für

unschädliche Beseitigung der Hausabfälle und der Fäcalien muss der Bevölkerung anerzogen werden; durch Reinlichkeit werden die Krankheitskeime ferngehalten, die eingeschleppten wieder entfernt.

2) Die Ueberwachung des Nahrungsmittelverkehrs; hier steht obenan die Sorge für unverdächtiges und appetitliches Trink- und Hausgebrauchswasser; dann folgen eine gut eingerichtete Fleischbeschau und die Ueberwachung des Handels mit Fleisch und mit Milch, weil gerade diese Nährmaterialien erwiesenermassen Infectionen veranlasst haben.

3) Sorge für gesunde Wohnungen und Ueberwachung der Wohnungen und der Gasthäuser. Mit der Wohnungsdichtigkeit nimmt die Infectionsgefahr zu, es kommt also darauf an, geräumige billige Wohnungen in kleineren Häusern zu schaffen (Seite 328).

Für bestimmte Krankheiten, insonderlich den Flecktyphus, bilden erfahrungsgemäss Herbergen und ähnliche Localitäten nicht selten Seuchenherde; ihre Einrichtungen u. s. w. müssen daher der Behörde bekannt und so gesundheitlich als möglich gestaltet sein.

4) Die Aufbewahrung der Leichen und die Leichenfeiern sind so einzurichten, dass gesundheitliche Gefahren vermieden werden (Seite 289).

Die direct gegen die Infection gerichteten Massnahmen sind staatliche, städtische, also locale, und individuelle. Sie beziehen sich auf die vom Auslande kommenden und auf die einheimischen Infectionskrankheiten.

α) Staatliche Massnahmen gegen die vom Auslande her vordringenden Seuchen. Zu diesen gehören Pocken, Gelb-, Fleck- und Rückfallsfieber, Pest und Cholera. Nachdem die Behörden der Grenzbezirke über den Stand der Krankheit jenseits der Grenze orientirt sind, haben Bestimmungen

Personenverkehr.

Platz zu greifen über den Personenverkehr. Bezüglich der Pocken genügt die Anordnung, dass Leute aus inficirten Grenzbezirken nur nach vorgelegtem Impfnachweis in Arbeit genommen werden dürfen. Flecktyphus und Recurrens sind hauptsächlich Krankheiten des niedrigsten Proletariats; daher sind vor allem die Bevölkerung der Landstrasse und ihre Herbergen zu überwachen. Bezüglich der Cholera gelten folgende Vorschriften: Die Landquarantänen fallen fort, an ihre Stelle treten Beobachtungsstationen an den Grenzübergängen, in welchen das in das Land eintretende Publikum einer ärztlichen Inspection

unterzogen wird. Kranke oder der Krankheit Verdächtige werden sogleich dem Spital überwiesen. Auf der Weiterreise Erkrankte werden vom Bahnpersonal gemeldet; die aus inficirten Gegenden des Aus- oder Inlandes an einem Ort angekommenen Personen haben sich in den nächsten 24 Stunden bei der Behörde zu melden; diese lässt sie bis zum Ende der Incubationszeit — 5 Tage — überwachen, ohne ihnen indessen Schranken in ihren Bewegungen aufzulegen („Massnahmen," Reichskanzleramt, 27. Juni 1893).

Schiffsverkehr.

Im Seeverkehr schützt man sich schon seit 1405, wo die erste derartige Anstalt von Venedig eingerichtet worden ist, durch Quarantänen. Diese sind behördliche Einrichtungen zur zeitweiligen Isolirung und Beobachtung von Schiffen, welche aus verseuchten Ländern kommen, und ihrer Passagiere und Besatzungen. Die Quarantäneanstalten enthalten ein Lazareth und Räume für die der Isolirung unterworfenen, verdächtigen, aber noch gesunden Personen, sowie eine Desinfectionsanstalt.

Nach den zur Zeit geltenden Vorschriften betreffend die gesundheitspolizeiliche Controle von Seeschiffen (Reichskanzler, 2. April 1895) müssen „verseuchte" Schiffe, d. h. solche, die entweder Cholera an Bord haben oder in den letzten 7 Tagen an Bord hatten, ihre Kranken in ein Isolirspital abgeben; ihre Passagiere und Besatzungen werden 5 Tage hindurch ärztlich beobachtet; schmutzige Wäsche, mit Choleraentleerungen besudelte Gegenstände und Räume werden desinficirt. Die beiden letzteren Massnahmen beziehen sich auch auf „verdächtige" Schiffe, d. h. solche, die zwar Cholerafälle, aber nicht innerhalb der letzten 7 Tage an Bord hatten; „reine" Schiffe, die zwar aus einem verseuchten Hafen kommen, aber keine Cholera an Bord hatten, werden sofort zum freien Verkehr zugelassen. Bezüglich des Gelbfiebers sind ganz ähnliche Vorschriften erlassen (2. April 1895). Sind an Bord eines Schiffes Fälle von Pest vorgekommen, so gilt es als verseucht. Kranke und Personal werden, wie bei Cholera angegeben, behandelt, nur kann sich die Beobachtungszeit bis auf 11 Tage erstrecken. Alle Wohnräume und Gegenstände des täglichen Gebrauchs einschliesslich der Kleider und des Gepäcks der Reisenden sind zu desinficiren. Kommt das Schiff aus einem Hafen, welcher pestverseucht ist, hat es aber keine Pestfälle an Bord gehabt, so ist es als „rein" zu bezeichnen, und können die Personen nach vorheriger Desinfection des Gepäckes zum freien Verkehr zugelassen werden. Hat die Reise weniger als 11 Tage gedauert, so müssen die Personen bis zum Ablauf dieser Zeit beobachtet bezw. überwacht werden (Reichskanzler, 1. Februar 1897).

Flussverkehr.

Für den Flussverkehr haben sich die preussischen, von R. Koch in den Vordergrund gestellten Massnahmen in ganz hervorragender Weise bewährt.

Für jedes inficirte deutsche Stromgebiet wird ein Commissar ernannt, dem eine Anzahl Ueberwachungsbezirke unterstellt sind. Jedem der Bezirke sind Aerzte zugetheilt, welche die auf dem Fluss verkehrenden

Schiffe und Flösse möglichst täglich auf den Gesundheitszustand der Besatzungen untersuchen, die Desinfection der Bilge (unterster Schiffsraum) und der Kothbehälter veranlassen und den Besatzungen gutes, unverdächtiges Wasser liefern: Die Entnahme von Wasser aus dem Fluss, die Absetzung der Fäcalien in den Fluss ist verboten. Aufgefundene Cholerakranke werden in ein Hospital gebracht, die übrigen Bewohner des Fahrzeuges werden 5 Tage beobachtet („Massnahmen", 27. Juli 1893).

Waarenverkehr.

Der Waarenverkehr ist durch die Kenntniss von den Krankheitserregern und deren biologische Eigenschaften wesentlich erleichtert worden. Im allgemeinen können Waaren aus inficirten Gegenden eingeführt werden, nur gebrauchte Kleider, schmutzige Wäschestücke, Pelze, Bettzeug, Lumpen u. s. w. sollen entweder gar nicht oder erst nach zweckentsprechender Desinfection zum Verkehr zugelassen werden, da sie hauptsächlich die Erreger der Pocken, des Rückfall-, Fleck- und Gelbfiebers, der Pest und der Cholera enthalten; betreffs der Pest kommen ausserdem noch unverarbeitete Theile von Thieren, Wolle, Haare, Felle, Klauen etc. in Betracht. Die internationale Sanitätsconferenz in Dresden 1893 hat für die Cholera das Princip aufgestellt, die Einfuhr von Waaren möglichst nicht zu beschränken, dahingegen die Ausfahr von wirklich verdächtigen Gegenständen, Milch, gebrauchter Leibwäsche, Bettzeug, getragenen Kleidungsstücken, Lumpen und Aehnlichem, zu verbieten. Werden derartige Gegenstände aus Choleraorten mitgebracht, so sind sie gründlich zu desinficiren.

Schulkrankheiten.

β) Unter den einheimischen Infectionskrankheiten befallen Masern, Scharlach, Keuchhusten, Diphtherie fast nur die Kinder. Die staatlichen Anordnungen betreffs dieser Affectionen sind daher hauptsächlich in den auf die Schule sich beziehenden Regulativen enthalten, wobei unter Schulen auch die Kindergärten, Bewahranstalten, Spiel-, Warte- und Privatschulen aller Art zu verstehen sind. Es wäre zu wünschen, dass der Staat oder die Stadtbehörden durch allgemeinverständlich gehaltene Belehrungen das Publikum über das Wesen der einzelnen Infectionskrankheiten und über die bei den einzelnen Krankheiten zu ergreifenden Vorsichtsmassregeln aufklärten. Das beste und sicherste Mittel, der Ausbreitung der Epidemien entgegenzutreten, bildet die Isolation; wo diese nicht möglich ist, wie bei kinderreichen, nicht wohlhabenden Familien, sind die Abgabe des Erkrankten in ein Krankenhaus und die nachfolgende Desinfection, unter Umständen auch die Isolirung der Umgebung des Kranken erforderlich.

Tuberkulose.

Bei der Tuberkulose liegt die Gefahr im Auswurf und den

durch die Hustenstösse in die Luft gewirbelten kleinsten Tröpfchen. Die Bevölkerung sollte regierungsseitlich auf die ihr drohende Gefahr aufmerksam gemacht werden; auch wäre zu wünschen, dass Erleichterungen zur Anlage besonderer Krankenhäuser für Tuberkulöse gewährt würden. Den Aerzten sollte durch bacteriologische unentgeltliche Untersuchungen die rasche Stellung einer sicheren Diagnose ermöglicht werden; und eine unter Aufsicht eingeübter Beamter auszuführende Desinfection der inficirten Räume nach Entfernung, Heilung oder Tod der nicht nur von Tuberkulose, sondern von infectiösen Krankheiten überhaupt befallenen Personen sollte obligatorisch gemacht sein.

Der Typhus ist eine Affection, welche hauptsächlich durch „Assanirung der Städte“, d. h. gute Trinkwasserversorgung, gute Einrichtungen zur Entfernung der Abwässer und Fäcalien, Trockenheit und grosse Reinlichkeit, zu bekämpfen ist, und sollten die staatlichen Behörden die auf die Assanirung der Dörfer und Städte gerichteten Bestrebungen durch Rath und That unterstützen. Typhus.

γ) Die localen Behörden haben in der Hauptsache die vorstehend angegebenen Massnahmen durchzuführen. Insonderlich haben sie dafür zu sorgen, dass die seuchenfreie Zeit ausgenützt wird, um die für jedes Gemeinwesen, gross oder klein, erforderlichen sanitären Massnahmen durchzuführen. Am besten ist für das gesundheitliche Wohl einer Bevölkerung gesorgt, wenn unabhängige „Sanitätscommissionen“, die regelmässig tagen, rücksichtslos auf die bestehenden Schäden hinweisen und die Mittel angeben zu ihrer Abstellung. Ist das geschehen, dann sind beim Herannahen oder dem plötzlichen Auftreten der Krankheiten nur noch die schon bestehenden Einrichtungen auf etwa eingeschlichene Ungehörigkeiten zu revidiren. Sanitäts-commission.

Die Ortsbehörden müssen ihre Aufmerksamkeit ferner dem Verkehr zuwenden. Lustbarkeiten, Märkte, Leichengefolge sind nöthigenfalls zu beschränken oder zu verhindern; die Herbergen und ähnliche Lokale sind unter behördliche Kontrole zu stellen; in manchen Fällen kann sich der Schulschluss (siehe Schulhygiene) nothwendig machen; der Handel mit Lumpen, in manchen Städten auch die Art der Wäschereinigung sind zu überwachen.

Weiter ist zu sorgen für die Unterkunft der Kranken; ferner ist das nothwendige ärztliche und Pflegepersonal sicher zu stellen und sind die entsprechenden Transporteinrichtungen zu treffen.

Obschon die Isolation im Krankenhause für das Gemeinwohl

und für den Erkrankten am vortheilhaftesten ist, so wird es dennoch nicht immer gelingen, die dem Volke innewohnende Scheu vor den öffentlichen Krankenhäusern zu besiegen. In solchem Falle versucht man, den Patienten mitsammt seinem Pfleger im Hause selbst zu isoliren und, wenn nothwendig, die Gesunden zu entfernen. Die Behörde hat das Recht, Häuser bezw. Wohnungen, in welchen sich infectiöse Kranke befinden, dem Publikum kenntlich zu machen

Die localen Behörden sollen auch einen geeigneten Vorrath zweckdienlicher Desinfectionsmittel sicher stellen und eine Desinfectionscolonne schaffen, die dazu verwendet wird, einestheils die Kranken in das Hospital, die Todten in das Leichenhaus schaffen zu helfen, und anderentheils die inficirten Wohnungen nebst ihrem Inhalt nach einer sorgfältig ausgearbeiteten, ebenfalls von der Behörde festgesetzten Instruction zu desinficiren.

Wichtig ist weiterhin die Belehrung des Publikums; dieselbe muss frühzeitig und von autoritativer Seite durch Presse und Vorträge erfolgen, damit nicht unberufene Berather das Publikum irreführen.

c) Die individuellen Massnahmen.

Vermeiden der Gefahr.

Die persönlichen Vorsichtsmassregeln bestehen zunächst darin, dass der Einzelne nicht ohne Noth sich der Infectionsgefahr aussetzt. Die an vielen Orten üblichen „Beileidsbesuche" oder „Krankenbesuche" sind auch dann nicht unbedenklich, wenn sie nicht direct dem infectiösen Kranken, sondern den Angehörigen gelten; denn manche Krankheiten können durch dritte Personen übertragen werden; ferner erfolgt bei einigen Affectionen schon während des Stadium incubationis eine Ansteckung; in dem inficirten Hause können pathogene Bacterien in der Luft schweben oder an den Ess- und Trinkgeschirren, an den Nahrungsmitteln etc. haften, — Grund genug, in einer derartigen Wohnung nichts zu geniessen und die Besuche als gefährdend zu unterlassen.

Schwächliche Individuen, z. B. Reconvalescenten, müssen sich, weil sie mehr disponirt sind, besonders vor Infectionsgefahr hüten.

Reinlichkeit.

Die Reinlichkeit des Körpers, der Kleidung und des Hauses ist eine Schutzmassregel ersten Ranges.

Absperrung.

Bei Erkrankungen ist schon früh der Rath des Arztes einzuholen. Die Absperrung der Gesunden von dem Erkrankten ist leider bei den ärmeren Klassen schwer durchzuführen. Es sind Massnahmen zu treffen, dieselbe zu erleichtern unter Betonung

des Umstandes, dass die beste Isolation in der möglichst frühzeitigen Uebergabe des Erkrankten in ein Hospital besteht.

Im Bedarfsfalle werde angerathen, nur solche Nahrungsmittel zu geniessen, welche ihrer Natur nach keine Krankheitskeime enthalten können oder auf bacterientödtende Temperaturgrade erhitzt worden sind. Catarrhe der Athmungs- bezw. der Verdauungsorgane sind möglichst zu vermeiden, ebenso Magenüberladungen oder das Athmen in staubiger Atmosphäre. Von der grössten Wichtigkeit ist die zweckentsprechende Desinfection. Nahrungsmittel. Desinfection.

Litteratur: Gärtner, Die Verhütung der Uebertragung und Verbreitung ansteckender Krankheiten in Stintzing u. Penzoldt, Handbuch d. speciellen Therapie innerer Krankheiten. Theil I, 1897.

2. Massnahmen zur Beeinflussung der Disposition, Schutzimpfungen.

Zu den vorstehenden mehr negativen persönlichen Massnahmen kommen noch positive hinzu, welche auf die Disposition günstig einwirken; wir müssen dabei zwischen specifischen und nicht specifischen Beeinflussungen unterscheiden.

Zu den letzteren gehören alle die Mittel, welche den Körper kräftigen und besonders eine gute Blutbildung bewirken; reichliche aber nicht übermässige Ernährung bei entsprechender körperlicher Arbeit in frischer Luft und auskömmlicher Körperruhe, gute Hautpflege u. dergl. wirken fördernd; es scheint auch, als ob das Vorhandensein von viel weissen Blutkörperchen, Hyperleucocytose, günstig wirken müsste, weil aus ihnen die im Blut enthaltenen Alexine entstehen und ein Reichthum an Abwehrstoffen zu erstreben ist. Vorläufig wissen wir jedoch nicht, wie ausser durch gute Körperpflege eine Anreicherung mit Alexinen möglich sei. Nicht specifische Beeinflussung.

Mehr Erfolge sind betreffs der specifischen Immunisirung, der Schutzimpfungen, zu verzeichnen. Specifische Beeinflussung.

Den ersten und zugleich den glänzendsten Erfolg hat Jenner mit der Schutzimpfung gegen die Pocken gehabt. Zwar sind das Pockenvirus und das wirksame Agens der Kuhlymphe noch nicht mit absoluter Sicherheit erkannt, doch wird wohl mit Recht angenommen, dass Protozoen die Erreger sind, und die Statistik zeigt unwiderleglich, dass die Vaccination einen über Jahre sich ausdehnenden Schutz gegen Variola gewährt. Die nächste erfolgreiche Schutzimpfung erzielte Pasteur 1880 bei der Hühnercholera, 1881 beim Milzbrand (siehe Pockenimpfung. Schutzimpfungen bei Thierkrankheiten.

S. 432) und 1883 beim Schweinerothlauf. Dann folgte Arloing mit der Impfung gegen Rauschbrand, Schütz gegen Lungenseuche und R. Koch 1897 gegen Rinderpest. Bei allen diesen Schutzimpfungen hat man günstige, zum Theil sogar sehr günstige Resultate erhalten.

Aber auch bei menschlichen Infectionen sind gute Erfolge zu verzeichnen. Die glänzendsten erzielte Pasteur mit seinen Rabiesimpfungen. Er sah, dass das Virus der Rabies sich verstärkte, wenn er es durch Kaninchenkörper gehen liess. Er erhielt so ein virus fixe, d. h. ein Material, bestehend aus dem zerriebenen Mark, welches, unter die dura mater gebracht, gesunde Kaninchen in 6 Tagen bestimmt erkranken liess. Trocknete er das Rückenmark über Chlorcalcium, so nahm die Virulenz mit der Länge der Zeit ab. Zehn Tage altes Mark hatte seine Infectionskraft verloren. Spritzte er Hunden zunächst stark getrocknetes und mit Bouillon verriebenes, dann immer weniger getrocknetes Mark im Verlauf weniger Tage unter die Haut, so konnte er die Thiere immun machen, ja bei schon gebissenen Thieren den Ausbruch der Krankheit verhindern. Das Gleiche gelang Pasteur beim Menschen. In den Fällen, wo seit dem Biss eine längere Zeit verstrichen ist, verhinderte Pasteur das Auftreten des Leidens durch eine verstärkte Impfung; er liess dann die Injectionen mit Intervallen von wenig Stunden aufeinander folgen. Eine jeder Kritik genügende Statistik weist nach, dass von den durch wirklich tollwüthige Hunde gebissenen Menschen noch nicht 0,5 % sterben. Ist auch die Wuthimpfung zunächst eine prophylactische gewesen, so ist sie doch sofort in der Praxis eine Heilmethode geworden.

Rabiesschutzimpfung.

Anders liegt dies bei der Diphtherie. Durch Behring ist die Präventivimpfung mit Diphtherieantitoxin eingeführt. Die relativ geringe Dosis von etwa 150—200 Immunitätseinheiten genügt anscheinend, um einen etwa 8—10 Wochen dauernden Schutz zu gewähren.

Diphtherie.

Auf der Kinderabtheilung des Charitékrankenhauses in Berlin hat man mit der Diphtherieschutzimpfung gute Resultate erzielt; und es dürfte sich empfehlen, in Familien, wo ein Kind erkrankt ist, die übrigen Kinder und die Pfleger schutzzuimpfen.

Gegen Cholera ist die Schutzimpfung zunächst von Ferran in der letzten spanischen Epidemie versucht worden; das eigentliche Verdienst jedoch gebührt Haffkine, welcher in Indien gegen 140,000 Menschen impfte, von denen nur wenige erkrankten. Es wurde nachgewiesen, dass im Blut der Geimpften

oft mehr Antikörper vorhanden waren als im Blute derjenigen Personen, welche die Krankheit überstanden hatten.

Haffkine wendete dieselbe Methode — Einspritzung abgetödteter Culturen unter die Haut — bei Pest an und auch da wurden günstige Resultate erzielt.

Man darf wohl behaupten, dass die Schutzimpfungen gegen die beiden letzten Krankheiten wahrscheinlichst keinen generellen Character annehmen werden, aber ebenso zweifellos dürfte es sein. dass sie lokal eine wichtige Waffe im Kampfe gegen diese Seuchen sein können; wo man die Quelle der Infection nicht rasch verstopfen kann, da sind sie am Platz.

Litteratur: Buchner, Schutzimpfung und andere individuelle Schutzmassregeln, in Stintzing u. Penzoldt, Handbuch der speciellen Therapie innerer Krankheiten, Theil I 1897. — Behring, die Serumtherapie, Wiesbaden 1893.

L. Desinfectionsverfahren.

Unter Desinfection versteht man das Unschädlichmachen von Krankheitserregern. Dieser Zweck kann erreicht werden durch mechanische Entfernung oder durch Tödtung der pathogenen Keime.

a) Die Entfernung der Krankheitskeime.

Wie die Reinlichkeitsbestrebungen einzurichten sind, welche zur Entfernung der Bacterien dienen sollen, ist im Einzelfall zu entscheiden. Hier sei nur erwähnt, dass das Abwischen mit trockenen Tüchern wenig Effect hat; das Abwaschen ist besser; wenn hierzu Seife benutzt wird, so lassen sich Gegenstände, welche Wasser vertragen, gründlicher reinigen, und somit von Krankheitskeimen besser befreien. Die keimtödtende Kraft der üblichen Seifenlösung ist sehr gering und kommt bei dem Abwaschen kaum in Betracht. Einer „Desinfection der Zimmerluft“ bedarf es nicht; will man die in ihr enthaltenen Krankheitskeime entfernen, so schliesst man Fenster und Thüren und in wenig Stunden sind die in der Luft enthaltenen Krankheitskeime ausgefallen und lagern auf dem Boden, den Tischen u. s. w., wo sie durch Abwaschen und durch Desinficientien nach den später zu beschreibenden Methoden unschädlich gemacht werden. Durch das Lüften werden die in der Luft eines Krankenzimmers befindlichen pathogenen Bacterien in die Aussenluft übergeführt; dort sind dieselben so stark vertheilt, so vereinzelt, dass sie wahrscheinlich keinen Schaden mehr anrichten.

Das Abreiben mit Brot dient hauptsächlich zur Desinfection der mit Tapeten bekleideten Wände. Man schneidet von einem Brot ungefähr halbehandgrosse Stücke ab, so dass ein Theil der Krume an der Kruste verbleibt; dann wird mit der Krumenseite eine Stelle der Wand nach der anderen tüchtig abgerieben. Die klebrige Krume nimmt den gesammten Schmutz der Tapete und damit die in ihm befindlichen Bacterien auf. Die Brotkrumen fallen zu Boden, werden zusammengefegt und verbrannt. Auch durch Abreiben mit feuchten Waschschwämmen hat man gute Resultate erreicht.

Das Vergraben der Infectionsträger mit den daranhaftenden pathogenen Bacterien bis in eine Tiefe von 1 bis 2 m ist in genügender Entfernung von menschlichen Wohnstätten, Brunnen u. s. w. ebenfalls ein sicheres Mittel, Krankheitskeime unschädlich zu machen, wie die Ungefährlichkeit der Friedhöfe zeigt.

Wo die mechanische Entfernung der Krankheitserreger nicht möglich ist, tritt die Abtödtung in ihr Recht. Aus der grossen Reihe der verfüglichen Mittel sollen nur die wichtigsten erwähnt werden.

b) Die Desinfectionsmittel.

1) Reine Carbolsäure, $C_6H_5(OH)$, acid. carbol. cristallisatum 3 % (d. h. die Organismen müssen sich in 3 % wässeriger Carbollösung befinden; will man daher die in 100 ccm Fäces enthaltenen Typhusbacillen mit 100 ccm Carbollösung tödten, so muss letztere 6 % Carbol enthalten). Die Desinfectionskraft der Carbolsäure wird durch Zusatz von 0,5 % Salzsäure, 1 % Weinsäure oder durch Erwärmen wesentlich verstärkt.

Im Allgemeinen lässt man die zu desinficirenden Gegenstände 24 Stunden in der 3 % Lösung.

2) Die rohe Carbolsäure. Die gewöhnliche braune, theerige, stark riechende Flüssigkeit löst sich sehr wenig in Wasser, worin sie sich in Klumpen zusammenballt, sie desinficiert also auch wenig. Giesst man aber langsam unter Abkühlung zu 1 l roher Carbolsäure 1 l roher Schwefelsäure hinzu und lässt das Gemisch 24 Stunden stehen, so haben sich die wirksamen Bestandtheile der rohen Carbolsäure, die Kresole ($C_6H_4(OH)(CH_3)$) in der Schwefelsäure gelöst oder zu löslichen Kresolsulfosäuren umgewandelt. Die Kresole besitzen eine die Carbolsäure um ungefähr das Doppelte übertreffende Desinfectionskraft. Die Schwefelcarbolsäuremischung stellt in 4 % Lösung ein gutes Desinfectionsmittel dar; jedoch ist dasselbe nur bei

Unrathstoffen oder Gegenständen zu verwenden, welche der Zerstörung anheim fallen dürfen, da die theerigen Substanzen schwarze Flecken, und die Schwefelsäure Anätzungen bewirken.

Das Kreolin ist eine Emulsion von schwach phenolhaltigem (27 %), aber stark kohlenwasserstoffhaltigem (66 %) Theeröl in einer Harzseife. Das Lysol ist eine Lösung von stark phenolhaltigem (47 %), aber wenig kohlenwasserstoffhaltigem (4 %) Theeröl in einer Leinölseife. Die Handelskresole enthalten erhebliche Antheile (40 %) von höher (über 200°) siedenden Xylenolen, die ebenfalls desinficirend wirken. Das Kresol-Raschig enthält diese Körper nicht, und werden in ihm 30 % Kresole durch 20 % Seife in Lösung gehalten, während für das Lysol mit Kresolen und Xylenolen 40 % Seife erforderlich sind. Das Solutol (Hüppe) ist eine Lösung von Kresol (15 %) in Wasser und Kresolnatrium. Alle diese Desinficientien wirken durch ihren Kresolgehalt, und ihr Wirkungswerth ist dem Kresolgehalt proportional. Kresol löst sich in Wasser zu ungefähr 1,5 %, und zwar das Metakresol zu 0,5 %, das Parakresol zu 1,8 %, das Orthokresol zu 2,5 %, und tödtet in dieser Concentration sporenlose Bacillen in kurzer Zeit (Gruber). Um dem im Rohcarbol enthaltenen Kresol die Lösung zu ermöglichen, hat Nördlinger 50 procentiges Rohcarbol mit 20 % Mineralöl gemischt, das so entstandene Saprol schwimmt auf dem Wasser, bietet dadurch demselben eine grosse Angriffsfläche dar und bildet zugleich eine Schutzdecke gegen übelriechende Gase.

3) Das Quecksilbersublimat. ($HgCl_2$). Die Sublimatlösung wird dadurch hergestellt, dass man 1 g Sublimat und 5,0 g Kochsalz in einem l Wasser löst. Der Kochsalzzusatz bewirkt die Bildung eines Doppelsalzes des Quecksilbers, welches nur durch wenige Substanzen ausgefällt wird. Quecksilberchlorid ohne Kochsalzzusatz bildet mit Albuminaten ein ausfallendes Quecksilberalbuminat, wodurch das Quecksilber festgelegt und unfähig gemacht wird, die Objecte gleichmässig zu durchdringen.

4) Die rohen Mineralsäuren, insonderlich die rohe Salz- und Schwefelsäure, sind in 0,5—1,0 % Lösung kräftig wirkende, aber stark ätzende Desinficientien, welche indessen höchstens bei der Desinfection von Fäcalien Verwendung finden.

5) Die Kalkmilch. (CaH_2O_2) Man löscht guten gebrannten Kalk in der Weise, dass man auf 1 kg Kalk 600 ccm Wasser giebt, so dass der Kalk das Wasser allmählich von untenher aufsaugt. Von dem frischen, pulverig gelöschten Kalk nimmt man 1 l (= 500 g) und verrührt diese Menge mit 4 l Wasser.

Die entstehende weisse Flüssigkeit heisst Kalkmilch und wird zur Desinfection benutzt; sie wird stets im Ueberschuss verwendet, weil sie sehr billig ist und sich ungemein leicht, schon durch Kohlensäure, zersetzt.

6) Der Chlorkalk. ($Ca(ClO)_2 + CaO + CaCl_2$). Der leicht zersetzliche und öfter neu zu beschaffende Chlorkalk muss in verschlossenen dunklen Gefässen aufbewahrt werden. Zu 1 % den zu desinficirenden Stoffen zugesetzt, ist er ein die Bacterien rasch tödtendes Mittel. Chlorkalk kommt als Pulver oder als Chlorkalkbrei zur Anwendung; letzterer wird durch Verreiben von 1 Theil Chlorkalk mit 5 Theilen Wasser dargestellt; die für je einen Tag bereitete Menge wird in einem zugedeckten Thongefäss aufgehoben. Auf die bleichende Wirkung des Chlorkalks ist bei seiner Anwendung Rücksicht zu nehmen.

Die früher viel angewendeten Räucherungen mit Chlor, Brom oder schwefliger Säure hat man in Deutschland mit Recht aufgegeben. Die bacterientödtende Wirkung dieser Gase ist nicht bedeutend, und die Eigenschaft, wegen welcher man sie früher vielfach anwendete, in Ritzen und Spalten einzudringen, besitzen sie nicht.

7) Besser eignet sich der mächtig desinficirende Formaldehyd CH_2O, welcher als Formalin (40 % Lösung in Wasser) oder als Holzin (35 % Lösung in Wasser und Methylalkohol, nebst 5 % Menthol) oder als Formochlorol (1000 cm Formalin + 400 H_2O + 200 g $CaCl_2$ zur Verhinderung der Polymerisation) oder als Paraformaldehyd (loses Pulver des polymerisirten Formaldehyds in Tablettenform gepresst) verwendet wird. 1,6 g Formaldehyd pro cbm in einem Zimmer tödtet oberflächliche, z. B. an den Wänden, dem Fussboden, den Möbeln, Gardinen, offen hingehängten Kleidern befindliche Bacterien in etwa 6 Stunden; für sporenhaltige Mikroben sind 2,5 g erforderlich. 1,6 bezw. 2,5 g Formaldehyd sind enthalten in 7 bezw. 10 g Holzin, in 10 bezw. 15 g Formochlorol und in 2 bezw. 3 Schering'schen Paraformaldehydtabletten. In die Tiefe der Gegenstände, z. B. Betten, Matratzen, nicht auseinandergelegte Kleider, nicht voll geöffnete Schiebladen dringt das Gas nicht ein.

8) Das Verbrennen inficirter Gegenstände. Stark inficirte, geringwerthige Gegenstände übergiebt man dem Feuer. Die Desinfection durch Feuer ist jedoch nicht immer leicht; so lässt sich z. B. ein mit Typhus- oder Cholerastuhl besudelter Strohsack nur in einer grossen Fabrikkesselfeuerung oder besser auf freiem Felde verbrennen; daher ist es oft bequemer und

sicherer, Strohsäcke im strömenden Dampf zu desinficiren oder sie zu vergraben.

9) Die Desinfection mit trockener Hitze. Da manche Mikroorganismen gegen trockene Hitze sehr widerstandsfähig sind — einige Sporenarten vertragen eine trockene Erwärmung bis auf 140° —, andererseits viele Stoffe und Gegenstände durch hohe Hitzegrade Schaden leiden, und trockne Hitze in zusammengelegte Stoffe sehr schwer eindringt, so desinficirt man nur Metall, Glassachen und Aehnliches auf diese Weise.

10) Das Auskochen. Krankheitserreger überdauern ein Auskochen von einer halben Stunde — vom Kochen des Wassers an gerechnet — nicht. Gegenstände, welche das Kochen vertragen, können daher bequem auf diese Weise desinficirt werden. Inficirte Wäsche giebt man, ohne sie vorher zu spülen, in den Waschkessel, heizt an und lässt sie vom Beginn des Siedens an noch $^1/_2$ Stunde weiter kochen, lässt abkühlen und wäscht mit Wasser und Seife.

Da manche Stoffe durch kochendes Wasser verdorben werden, oder überhaupt nicht ausgekocht werden können, wie z. B. die Federbetten, so wendet man, seitdem Koch uns diese Methode gelehrt hat,

11) Die Desinfection mit Wasserdampf an. Hierbei unterscheidet man zwei Arten: a) die Desinfection mit gesättigtem Wasserdampf von 100° bis etwa 103°, b) die Desinfection mit gesättigtem und gespanntem Wasserdampf von erheblich mehr als 100°.

ad a) Der von Koch angegebene Sterilisationsapparat, welchen jedes Laboratorium besitzt, ist der einfachste Desinfector; aus ihm sind alle anderen Apparate hervorgegangen.

Zur sicheren Desinfection sind die etwa halbstündige Einwirkung einer hohen Temperatur (100°) und die Durchfeuchtung der Mikroorganismen erforderlich. Beides wird durch die Anwesenheit von Luft verhindert. Da der Dampf heiss und leicht, die im Apparat befindliche Luft kühl und schwer ist — 1 cbm Wasserdampf von 100° wiegt 0,588, 1 cbm Luft von 0° wiegt 1,293, von 100° 0,946 kg —, so bringt man am besten die Einströmungsöffnung für den Dampf an der Decke, die Ausflussöffnung für die Luft am Boden an.

Ein nach diesem Princip gebauter, einfacher Apparat ist der in Fig. 141 abgebildete von Budenberg in Dortmund. In einem besonderen Ofen wird Wasserdampf entwickelt, welcher in einen aus Eisenblech construirten, ovalen Desinfectionsraum oben eintritt. Die Luft und das Condensations-

wasser fliessen unten ab. Im oberen Theil des Apparates sind an einem ausziehbaren Rahmen Haken zum Aufhängen der zu desinficirenden Sachen angebracht: daneben befindet sich ein von aussen ablesbares Thermometer.

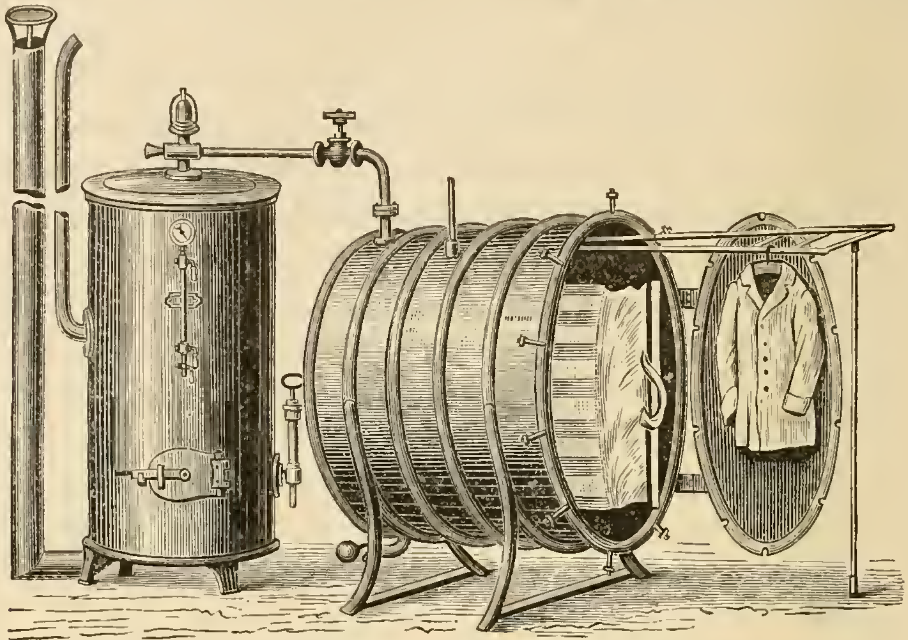


Fig. 141. Desinfectionsapparat von Budenberg.

Wenn ein Dampfkessel schon vorhanden ist, so bedürfen Desinfectionsapparate besonderer Dampferzeuger nicht.

Dr. Bude in Kopenhagen hat einen Apparat angegeben, welcher von Gebr. Schmidt in Weimar ausgeführt ist (Fig. 142). Der Apparat besteht aus einer in einem Untersatz ruhenden eisernen Tonne, einem starken Schlauch und einem mit Fülltrichter, Wasserstandszeiger und Sicherheits-

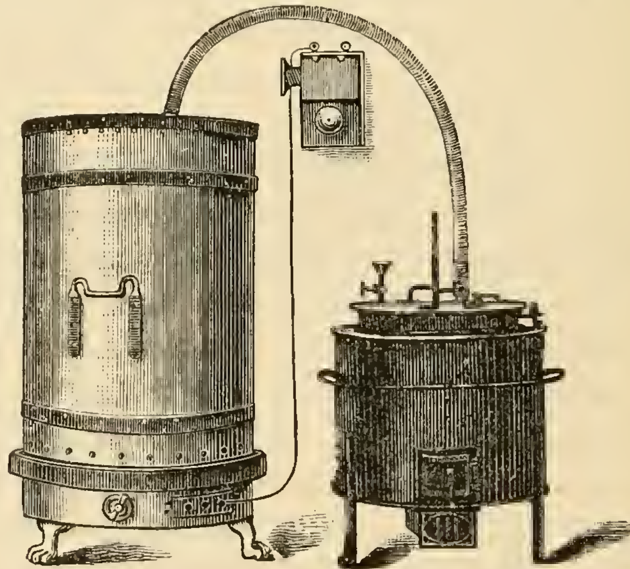


Fig. 142. Desinfectionsapparat von Bude-Schmidt.

ventil versehenen Deckel. Dieser wird auf dem Waschkessel befestigt. Der entwickelte Dampf strömt durch den Schlauch in die Tonne, verdrängt die Luft, welche durch eine Oeffnung im Boden abfliesst, und durchdringt und desinficirt die in der Tonne enthaltenen Objecte. Der Apparat hat einige Vorzüge: er kann wegen seiner Billigkeit auch von den kleinsten

Gemeinden bezw. Krankenhäusern beschafft werden, er bedarf keines besonderen Raumes, keines besonderen Dampferzeugers, wird vielmehr im Waschhaus neben dem Waschkessel aufgestellt, und die Tonne dient als Desinfectionsraum und zugleich als Gefäss zum Abholen der inficirten und zum Zurückbringen der desinficirten Gegenstände. Die Temperaturangabe erfolgt durch ein am Boden der Tonne befindliches Klingelthermometer.

Für grösseren Betrieb und vollkommener eingerichtet, allerdings auch theurer, sind die von O. Schimmel in Chemnitz gelieferten Apparate. Aus einem Kessel wird Dampf in den viereckigen Desinfectionsraum geleitet; dieser stellt einen eisernen Kasten dar, welcher mit seiner Mitte in einer Wand steht und vorn und hinten luftdicht schliessende Thüren hat. Die Wand theilt das Desinfectionshaus in zwei Theile; in den vorderen, den Einladeraum, kommen die inficirten, in den hinteren, den Ausladeraum,

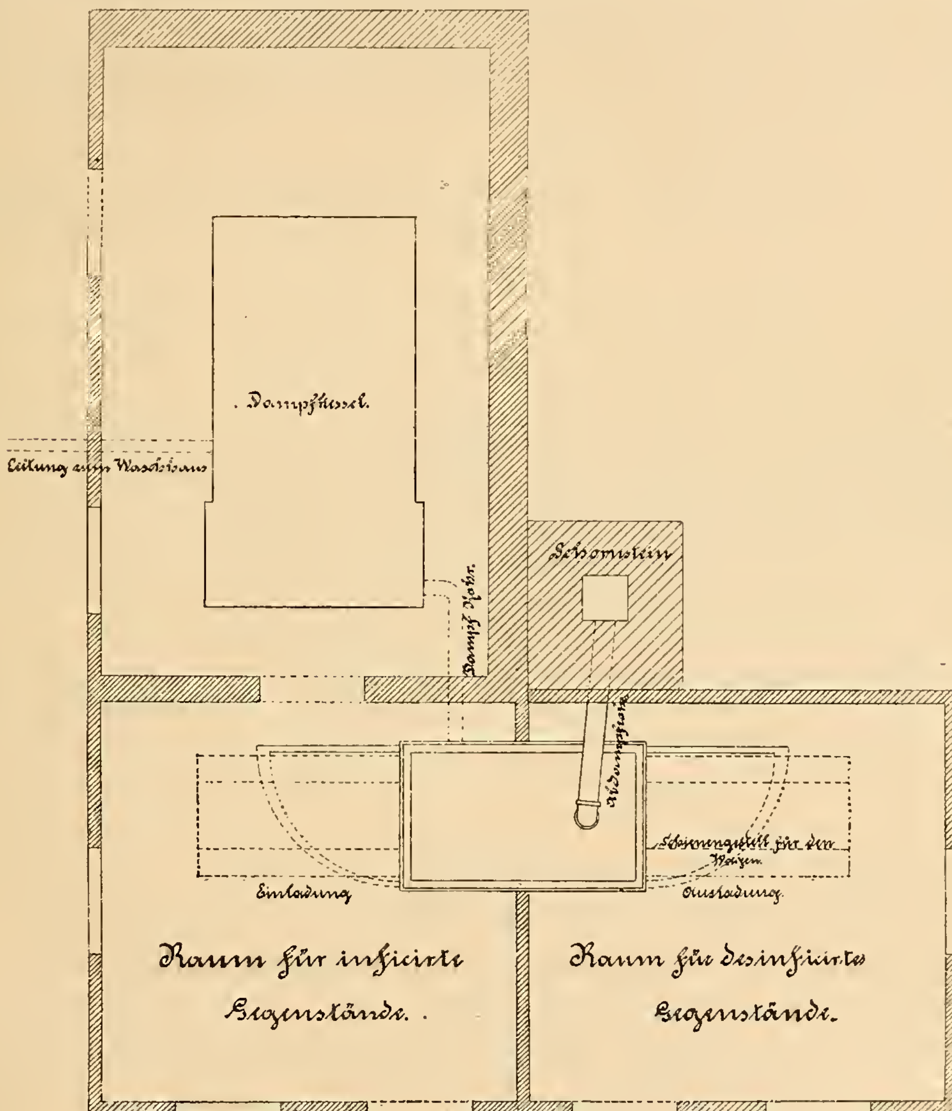


Fig. 143. Desinfectionsanstalt der Kliniken in Jena.

nur die desinficirten Sachen. Der Kasten besitzt Doppelwandungen und enthält ein gelochtes Dampfzuleitungsrohr, sowie unten eiserne Rippenrohre, welche, wie eine Dampfheizung, zur Vorwärmung des Apparates dienen. Ueber diesem Heizkörper steht auf Eisenschienen ein aus dünnen Eisenstäben gefertigter Wagen, welcher nach vorn oder hinten heraus-

gefahren werden kann. Die inficirten Sachen werden, nachdem der Wagen durch die vordere Thür in den Einladeraum gefahren ist, hineingepackt; darauf wird der Wagen zurückgeschoben und die Thür geschlossen. Nun wird vermittelst des Rippenrohres vorgewärmt; ist die Temperatur bis auf 40—50° gestiegen, so wird Dampf in den Kasten hineingelassen, welcher die Luft durch eine Drosselklappe herausdrückt und die Wärme rasch auf 100° steigert. Von dem Zeitpunkt an, in welchem das in der Decke des Apparates befindliche Thermometer 100° zeigt, muss die Desinfection noch eine halbe Stunde andauern. Dann wird der Dampf abgestellt und Luft zugelassen, welche die übrigens nur wenig feuchten Gegenstände rasch trocknet. Zum Schluss wird die hintere Thür geöffnet und der Wagen behufs Entleerung in den Ausladeraum gefahren (Fig. 143).

Ausser diesen Typen von Desinfectionsapparaten für Wasserdampf giebt es noch manche andere und zwar gleich gute, Henneberg, Thursfield etc.; es würde aber zu weit führen, alle zu beschreiben. Fast alle genannten Apparate arbeiten mit ungefähr 1/10 Atmosphäre Ueberdruck, da die Desinfectionstechnik gezeigt hat, dass dabei die Tödtung der Mikroben rascher erfolgt als bei genau 100°.

ad b) Bei den Apparaten mit gespanntem Wasserdampf wird in dem Desinfectionsraum selbst ein höherer Druck und damit eine höhere Temperatur des Wasserdampfes, bis gegen 125°, erzeugt. In Deutschland sind diese Apparate zur Zeit wenig in Gebrauch, dahingegen werden sie in England und Frankreich viel angewendet. Am verbreitetsten ist der Apparat von Geneste und Herscher in Paris. Die Desinfection mit gespanntem Dampf erfolgt rascher als mit Dampf von 100°.

Bei den Apparaten mit sog. „trockenem“ oder richtiger „überhitztem“ Dampf ist nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen die Desinfectionswirkung nicht so sicher.

Fast alle Zeugstoffe, ferner Matratzen aus Rosshaar oder Seegras oder Stroh, Federbetten etc. lassen sich mit Dampf desinficiren. Die Haltbarkeit der Zeuge leidet in keiner Weise, auch nicht durch wiederholtes Desinficiren. Nicht gekrumpfene Zeuge oder Kleider werden selbstverständlich kleiner. Ledersachen, Stiefel, Pelze etc., Bücher mit ledernen Rücken können auf diese Weise nicht desinficirt werden, weil das Leder zusammenschrumpft und vollständig verdirbt. Bei den Zeugen kommt es vor, dass die unechten Farben etwas auslaufen; ferner wird Wäsche, welche mit Eiter, Blut, Koth besudelt ist, dauernd fleckig. Teppiche, Tischdecken und Kleidungsstücke, sofern letztere nicht auf Riegel gehängt werden, müssen entweder aufgerollt oder sorgfältig, aber lose zusammengefaltet werden, weil feste Falten, wenn sie in strömendem Dampf entstanden, nicht wieder zu entfernen sind. Die zu desinficirenden Sachen sind vor der Berührung mit Eisentheilen und vor dem Auftropfen

von Condensationswasser zu bewahren. Metall- und Holzgegenstände können ebenfalls im Dampf keimfrei gemacht werden; letztere indessen nicht, wenn sie geleimt oder fournirt sind. Harzhaltige Hölzer lassen das Harz austreten; gestrichene Gegenstände bekommen leicht Blasen.

Um bei dem Transport inficirter Sachen Krankheitskeime nicht zu verschleppen, werden für weitere Transporte feste Kisten verwendet; in jede derselben ist zunächst ein stark angefeuchtetes, reines Betttuch zu legen, in welches die inficirten Sachen eingeschlagen werden. Besser noch sind Kisten mit Blecheinsätzen. Für Transporte in der Stadt eignen sich mit Wachstuch — die glatte Seite nach innen — ausgeschlagene Körbe, oder Säcke aus sehr fester Leinwand, welche vor der Benutzung mit Wasser anzufeuchten sind.

Desinfectionsapparate lassen sich dort, wo Dampfkessel zur Verfügung stehen, leicht improvisiren. Bewährt hat sich eine in der Kaiserlichen Kriegsmarine getroffene Einrichtung:

Zur Aufnahme der zu desinficirenden Gegenstände wird ein entsprechend grosses Fass (oder ein Waschbottich) benutzt und zu demselben aus Brettern, welche auf zwei Lattenstücke genagelt werden, ein nur lose schliessender Deckel angefertigt. Das Fass wird in die Nähe des Dampfrohres gesetzt. Das Rohr oder der Dampfschlauch wird durch einen seitlichen Ausschnitt des Deckels bis 5 cm über den Boden des Fasses geleitet (Eisenrohre sind zu umwickeln). Hiernach werden auf den Boden des Fasses 2—4 etwa 8 cm hohe Latten gelegt, um Raum für das condensirte Wasser zu gewinnen, und die zu desinficirenden Gegenstände gleichmässig und lose in das Fass hineingepackt. Nachdem der Deckel aufgelegt und mit Gewichten beschwert worden ist, wird Dampf zugelassen, welcher im Kessel mindestens 1,5 Atmosphären Druck haben muss. Wenn ein durch eine Oeffnung des Deckels gestecktes Thermometer die Temperatur von 100° anzeigt, muss das Durchströmen des Dampfes noch mindestens eine halbe Stunde dauern.

c) Die Auswahl und Verwendung der Desinfectionsmittel.

Die Wahl zwischen den verschiedenen Desinfectionsmitteln richtet sich nach den zu desinficirenden Gegenständen und den ihnen anhaftenden Krankheitserregern. Gegen sporenlose pathogene Bacterien wendet man schwächere Desinficientien an als gegen sporenhaltige, oder man lässt die Desinficientien nicht so lange einwirken. Die zum Abtödten erforderliche Zeit ist um so geringer, je concentrirter das Desinfectionsmittel ist. Auch die Art des Mediums, in welchem die Bacillen enthalten sind, ist von Belang. Finden sich dieselben z. B. in saurer Flüssigkeit, und will man sie durch Alkalien tödten, so ist hierzu ein

grösserer Alkalizusatz erforderlich, als wenn sie sich von vornherein in einem alkalischen Medium befinden. Sind die Bacillen in eiweisshaltiger Flüssigkeit, so werden manche Desinfectionsmittel gebunden. Diese Gesichtspunkte müssen bei der Auswahl der Desinficientien berücksichtigt werden.

Sind Decke und Wände eines Zimmers mit Kalkanstrich versehen, so ist das beste Desinfectionsmittel ein neuer Kalkanstrich. Sind die Wände mit Oelfarbe gestrichen, so wäscht man sie mit 3 % „saurer" Carbollösung ab. Tapeten werden mit Brot oder feuchtem Waschschwamm abgerieben.

Der Fussboden des Zimmers, Tische, Holz-, Rohr- und Binsenstühle, Schränke, Commoden, Bettgestelle, Thüren und Fenster sammt deren Rahmen etc. werden entweder mit Carbollösung oder, soweit nicht gut gestrichene Holztheile in Betracht kommen, mit Kalkmilch bepinselt und nach 12—24 Stunden abgewaschen.

Polirte Flächen der Möbel, Bilder und Spiegel, Oelgemälde und deren Rahmen werden mit Brotkrume vorsichtig abgerieben. Die obere Seite der obersten Rahmenleiste der Spiegel und Bilder, die Gesimse oder vorspringenden Leisten der Fenster und Thüren, auf welchen sich hauptsächlich der Staub ablagert, wischt man kräftig mit einem in Carbollösung angefeuchteten Schwamm ab.

Kleider, Tischdecken, Teppiche und ähnliche decorative Gegenstände, welche übrigens in den Zimmern der an acuten Infectionen Leidenden mindestens überflüssig sind, werden, vorsichtig und locker zusammengefaltet, der Desinfection mit strömendem Wasserdampf unterzogen.

Die Desinfection der bislang genannten Gegenstände stellt eigentlich das dar, was man Zimmer-Desinfection nennt. Dieselbe war bisher, wie sich aus Vorstehendem ergiebt, ziemlich complicirt; die Gegenstände mussten von ihren Plätzen fortgenommen, einzeln in verschiedener Weise behandelt werden, und dann musste zuletzt noch das Zimmer desinficirt werden. Die Zimmerdesinfection hat sich indessen seit Einführung des Formalins wesentlich vereinfacht.

Soll ein Zimmer desinficirt werden, so belässt man die Gegenstände, Bilder, Tische, Bettstellen (ohne Betten) an ihrem Platz, spannt je zwei Leinen in etwa $1/2$ m Entfernung nebeneinander durch das Zimmer und hängt über dieselben die Tischdecken etc. und die Kleider, sowie die mit Eiter, Blut, Faeces besudelte Wäsche des Kranken, wobei darauf zu achten ist, dass die Stoffe überall möglichst in einfacher Schicht liegen. Dann werden die Fenster, Thüren und Ventilationsöffnungen (Oefen z. B.) dicht

geschlossen und mit Papierstreifen, die mit dünnem Kleister oder mit Milch bestrichen sind, verklebt. Ist für möglichsten Abschluss gesorgt, so wird Formalin entwickelt. Dies geschieht zur Zeit am besten nach der Methode von Trillat oder von Aronson. Nach der ersteren erhitzt man Formochlorol (S. 392) in einem ausserhalb des Zimmers an der Thür stehenden Autoklaven und lässt das Formaldehydgas bei 3 Atmosphären Druck durch ein 1 mm weites, durch das Schlüsselloch gestecktes Röhrchen in das Zimmer hineinblasen; auf den cbm Zimmerraum rechnet man 10 bis 15 ccm Formochlorol. — Nach dem Aronson'schen Verfahren werden in einem besonderen kleinen Apparat Tabletten von polymerisirtem Formaldehyd durch die Hitze und Wasserdämpfe einer kräftigen Spirituslampe verdunstet, d. h. es wird aus ihnen Formaldehyd rasch und in grossen Mengen entwickelt. Dieser vertheilt sich mit den Verbrennungsgasen in dem Zimmer. Man verwendet 2 Pastillen = 2 g Formaldehydgas auf 1 cbm Luftraum. Ist der Apparat angezündet, so verlässt der Desinfector das Zimmer und verklebt die Thür von aussen. Nach 18—24 Stunden wird geöffnet, gelüftet, und das Zimmer gründlich, am besten unter Zusatz von etwas Ammoniak, ausgewaschen und wieder gelüftet. Betont sei nochmals, dass Formaldehyd nur eine Oberflächendesinfection, aber diese in guter Weise zu bewirken vermag.

Leib- und Bettwäsche, Flanelldecken können entweder in Wasser gekocht, oder 24 Stunden in 3% Carbolsäure, welcher 1% Weinsäure beigemischt ist, gelegt, oder in strömenden Dampf gebracht werden.

Steppdecken, Seidenzeuge, wattirte Kleidungsstücke, Federkissen, Rosshaar-, Seegras-, Wollen-Matratzen, Strohsäcke, wenn erforderlich auch die Sprungrahmen und die einzelnen Theile des Bettgestelles, sofern letztere nicht mit Carbollösung abgewaschen oder mit Kalk desinficirt werden sollen, bringt man in strömenden Dampf.

Polstermöbel, Pelze werden mit einer in weinsaure Carbollösung getauchten Bürste kräftig abgebürstet und nach dem Trocknen energisch geklopft und gebürstet. Ledersachen, z. B. Stiefel, Kissen, werden tüchtig mit Carbollösung abgerieben.

Fahrgeräthe, Wagen etc., müssen nach dem Gebrauch durch Auswaschen mit Carbollösung, Desinfection der Polster im strömenden Dampf oder durch Abbürsten mit Carbollösung wieder für den Gebrauch fähig gemacht werden.

Speisen werden durch Erhitzen oder Kochen desinficirt.

Die Desinfection des Kothes kann auf verschiedene Art erfolgen. In die Steckbecken giebt man vor dem Gebrauch 30 ccm Kalkmilch und fügt nachher weitere 30 ccm Kalkmilch hinzu. Der Koth bleibe mehrere Stunden lang in dem Steckbecken stehen, bevor er in die Grube oder Tonne entleert wird.

Da der Chlorkalk schneller einwirkt als der Kalk, so kann er dort, wo die Kosten keine Rolle spielen, verwendet werden. Man giebt vor dem Stuhlgang 15 ccm Chlorkalkbrei in das Steckbecken und fügt nach dem Stuhlgang noch 30 ccm hinzu. In $^1/_4$ Stunde soll die Tödtung der Krankheitskeime erfolgt sein. Sind Wasserclosets an eine Schwemmkanalisation mit Desinfection der Abwässer angeschlossen, so kann der mit dem Desinficiens überschüttete Stuhl sofort entleert werden. Dasselbe Verfahren findet überall statt, wo, wie z. B. in den Krankenhäusern, eine regelmässige Desinfection des Abortinhalts vorgenommen wird.

Um Koth in Gruben und Tonnen zu desinficiren, schüttet man durch die Sitzlöcher täglich zur gleichen Stunde so viel Desinfectionsmasse, als der Anzahl der die Anlage benutzenden Personen entspricht. Von der Kalkmilch sind für jede Person täglich erforderlich bei Grubenbenutzung 20 ccm, bei Tonnenbenutzung 30 ccm, von der rohen Carbolschwefelsäurelösung für die Grube 50, für die Tonne 60 ccm; die Säure darf nicht verwendet werden, wenn sie die Behälter angreift. Gruben, welche viel Flüssigkeit enthalten, lassen sich, soweit die Flüssigkeit in Betracht kommt, am besten mit Kalkmilch oder mit Saprol desinficiren.

Im Allgemeinen genügt es, wenn die Stühle der infectiösen Kranken und die Closets der inneren Abtheilungen der Krankenhäuser regelmässig, die Closets von Bahnhöfen, Gasthöfen und Schulen zu Epidemiezeiten mit Kalkmilch desinficirt werden. Die Desinfection der übrigen Closets kann um so mehr unterbleiben, als es fast unmöglich ist, gröbere Kothmassen zu desinficiren. Dahingegen ist dafür Sorge zu tragen, dass die menschlichen Fäcalien gesondert in dichten Gefässen aufgefangen und nach der Entleerung sofort untergeackert oder wenigstens 10 cm dick mit Torfmull oder Erde bedeckt werden (siehe Seite 262).

Soweit überhaupt eine Desinfection des Sputums nothwendig ist, geschieht dieselbe durch Einfüllen einer 6—8 % Lysollösung oder einer 2 ‰ sauren Sublimatlösung in die Speigefässe. Man giebt mindestens doppelt soviel Desinfectionsflüssigkeit in das Gefäss, als dem Tagesauswurf entspricht. Die Speigefässe sind täglich nach Entleerung des Auswurfs mit den erwähnten Lösungen oder durch Auskochen zu desinficiren. In den meisten Fällen genügt es, da Krankheitskeime aus feuchten Substanzen nicht in die Luft hinaus können, den Auswurf in ein mit einer

geringen Menge Wasser angefeuchtetes Speigefäss entleeren zu lassen und denselben später zu desinficiren, entweder durch Verbrennen, was bei einiger Ueberlegung leicht thunlich ist, oder durch Kochen, oder durch Einschütten in einen unter Verschluss gehaltenen Steinguttopf, welcher mit roher Carbolschwefelsäurelösung (10 %) zur Hälfte gefüllt ist. Da man noch nicht sicher weiss, wie lange Tuberkelbacillen sich in faulenden Substanzen halten, so ist die vielfach geübte Entleerung der Speigefässe in den Abort ohne vorherige Desinfection nicht zu empfehlen.

Die Speigefässe müssen entweder mit einem Deckel versehen sein, oder sie müssen schlechtriechende bezw. schlechtschmeckende Substanzen (z. B. etwas Carbol) enthalten, um die Verschleppung der Krankheitskeime durch Fliegen zu verhüten.

Ein von einer Infectionskrankheit Genesener darf erst dann aus einer Anstalt entlassen oder wieder zum freien Verkehr zugelassen werden, wenn er gründlich durch warme Bäder unter Benutzung von Seife gereinigt worden ist. Dass die Kleider der Genesenen vor dem Wiedergebrauch desinficirt werden müssen, ist zwar selbstverständlich, mag aber dennoch, insonderlich mit Rücksicht auf die Schulkrankheiten, ausdrücklich gesagt sein.

An ansteckenden Krankheiten Gestorbene sollen der Leichenwäsche nicht unterzogen werden. Die Leichen sind bald in den Sarg zu legen, das Leichentuch ist mit einer 5 % sauren Carbollösung zu tränken. Fliessen aus den natürlichen Oeffnungen Flüssigkeiten aus, was nicht selten geschieht, so ist ein mit 5 % Carbollösung angefeuchtetes Tuch vorzulegen.

Das Thermometer des Arztes — ! geprüftes Maximum-Thermometer aus Jenaer Normalglas ! — wird mit einem in Carbol- oder Sublimatkochsalzlösung getränkten Läppchen abgerieben.

Gesetzliche Bestimmungen.

Die Desinfection sollte eigentlich bei jeder ansteckenden Krankheit ausgeführt werden. Allgemeingültige, reichsgesetzliche, Vorschriften existiren nicht; die entsprechenden Bestimmungen werden durch die Localbehörden erlassen. Gewöhnlich unterscheiden diese zwischen Krankheiten, bei welchen die Desinfection obligatorisch, und solchen, wo sie facultativ ist. Zu den ersteren werden gerechnet Cholera, Pocken, Fleck- und Rückfalltyphus, Diphtherie, Puerperalfieber und Cerebrospinalmeningitis; zu der zweiten Klasse zählen Abdominaltyphus, Ruhr, Scharlach, Masern, Keuchhusten, Lungenschwindsucht. Der Arzt thut gut, auch bei den zuletzt erwähnten Krankheiten auf eine zweckentsprechende, aber nicht über das Mass hinausgehende Desinfection zu dringen.

Wünschenswerth, für grössere Gemeinwesen nothwendig, ist die Schaffung von Desinfectionscolonnen. Dieselben bestehen aus Leuten, welche über das Wesen und die Ausführung der Desinfection der Wohnräume und ihres Inhaltes Unterricht erhalten haben, und auf Anordnung der Behörde oder den Wunsch der Betheiligten in die zu desinficirenden Wohnungen gehen, die dazu geeigneten Sachen in die Desinfectionsanstalten schicken und den zurückbleibenden Theil und die Wohnung desinficiren. Nicht mit Unrecht fürchtet das Publikum die Desinfectionen; sie waren für dasselbe, als man die Zimmerdesinfectionen mit Formalin noch nicht ausführte, sehr lästig, und es erlitt Schaden dadurch; der Arzt soll dafür sorgen, dass diejenigen Sachen und Räume desinficirt werden, welche wirklich oder wahrscheinlich inficirt worden sind; mehr als das Angegebene zu desinficiren, ist indessen nicht erforderlich.

Es liegt im eigensten Interesse der Gemeinwesen, die Desinfection so billig als angängig und für die ärmere Bevölkerung kostenlos ausführen zu lassen.

II. Die wichtigsten Infectionskrankheiten.

1) Die Cholera.

Genaue Angaben über die Cholera, deren Heimath Niederbengalen ist, hat man erst seit dem Jahre 1768. Im Jahre 1817 überschritt die Krankheit die Grenzen Indiens zum ersten Male, um bis zum Jahre 1823 über einen grossen Theil Asiens sich zu verbreiten. Dann erlosch die Seuche, trat aber nach drei Jahren wiederum auf und dehnte sich während der Jahre 1826 bis 1837 über den grössten Theil der Erde aus. Die dritte Weltreise trat die Cholera im Jahre 1846 an; 15 Jahre hauste sie fast in allen Ländern. Die vierte Pandemie fällt in die Zeit von 1863—1875; die fünfte Pandemie beginnt mit dem Jahre 1883, wo sie über Bombay und Egypten nach Europa vordrang; sie ist noch nicht erloschen.

Geschichtliches.

Man glaubte schon lange, dass ein „Cholerapilz“ existire, welcher die Krankheit bedinge, aber man wusste nichts über sein Wesen. Wiederum war es Rob. Koch's Forschertalent, welches Klarheit in die Aetiologie der Cholera brachte.

Fundorte.

Der Cholerabacillus. Koch entdeckte, dass ganz regelmässig im Darminhalt von Cholerakranken kommaförmig gebogene Bacillen enthalten waren, die sich ausserdem im Darmschleim, in den schlauchförmigen Drüsen und im Epithel bis zur Basalmembran, jedoch nicht im Blut oder den Organen fanden. Die

Bacillen, welche man wohl besser den Spirillen zurechnet, färben sich gut mit wässriger Fuchsinlösung, nehmen die Farbe bei der Behandlung nach Gram nicht an und bewegen sich in der Bouillon des hohlen Objectträgers ungemein lebhaft, sie „tanzen wie ein Mückenschwarm“; nach kurzer Zeit treten dort S-Formen **Wachsthums-erscheinungen.**



Fig. 144. Cholerabacillen aus Bouilloncultur.

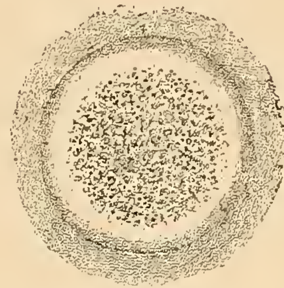


Fig. 145. 5 Tage alte Cholera-cultur auf Gelatineplatte.

und Spirillen auf (Fig. 144). Die Bacterien bilden auf den Gelatineplatten kleine, verflüssigende, wenig in die Fläche, aber mehr in die Tiefe dringende und in trichterförmigen Vertiefungen liegende Colonien. Bei 100facher Vergrösserung erscheint die Colonie glashell bis leicht gelbröthlich, wie aus gestossenem Glase bestehend (Fig. 145). In der Gelatinestichcultur tritt die Trichterbildung ebenfalls zu Tage. Die verflüssigte Gelatine verdunstet rasch, wodurch der Eindruck entsteht, als ob in dem oberen Theil des Trichters eine Luftblase enthalten sei. Auf Agar bilden die Bacillen einen durchscheinenden graublauen, auf Kartoffeln einen gelbbraunen Belag; auf Blutserum wachsen sie kräftig unter Verflüssigung des Substrates.

Widerstandsfähigkeit. Die Cholerabacillen besitzen keine Dauerformen. Sie sind wenig widerstandsfähig gegen chemische Reagentien, insonderlich gegen Säuren, und sterben durch Austrocknen oder durch Erwärmung bis auf 60° ab. In Wasser von etwa 7° halten sie sich nur einige Tage; in wärmerem Wasser mit Nahrungscentren bleiben sie viel länger am Leben. In den Fäcalien hat man sie bis zu 3 Monaten lebend gefunden, meistens allerdings sind sie in 3 Wochen abgestorben, auf Leinwand, welche vor Austrocknung geschützt war, hat man sie noch nach 7 Monaten nachgewiesen.

Die Cholerabacillen vermögen in eiweisshaltigen Flüssigkeiten Indol zu bilden und Nitrate zu Nitriten zu reduciren; setzt man daher zu einer Cultur von Cholerabacillen in Peptonkochsalzwasser einige Tropfen Schwefelsäure, so färbt sich die Flüssigkeit rosa, „Nitrosoindolreaction“. Thiere mit Ausnahme ganz junger Kaninchen lassen sich vom Magendarmkanal aus

mit kleinen Mengen von Cholerabacillen nicht inficiren, dahingegen gehen z. B. Meerschweinchen nach intraperitonealer Injection grösserer Mengen lebender oder todter Cholerabacillen an dem Choleragift in wenig Stunden unter bedeutendem Temperaturabfall zu Grunde, ein Vorgang, welcher jedoch auch nach Injection anderer Bacterien, insbesondere verschiedener choleraähnlicher Vibrionen auftritt. Gerade im Wasser kommen eine grössere Zahl solcher Vibrionen vor, und es ist zur Zeit nur möglich, sie von den echten Cholerabacillen durch Immunisirungsversuche sicher zu unterscheiden. [Siehe S. 58a und b*)].

Nachweis. Den Nachweis der Choleramikroben erbringt man nach der von Rob. Koch angegebenen Methode: Aus dem Stuhl bezw. dem Darminhalt entnimmt man Flöckchen, Epithelfetzen, fertigt davon Präparate und macht die gewöhnliche Cultur auf Nährgelatineplatten; ausserdem wird von dem zu untersuchenden Material eine etwas grössere Menge in eine Lösung von 1 % Pepton siccum und 1 % Kochsalz in Wasser gegeben und 6—24 Stunden bei 37° hingestellt. Dann nimmt man von der Oberfläche der Flüssigkeit, wo sich oftmals ein Bacterienhäutchen gebildet hat, eine geringe Menge, mikroskopirt und setzt Plattenculturen von Agar und von Gelatine an. Erstere lassen, bei 37° gehalten, schon nach 8—12 Stunden die durchscheinenden blaugrauen Choleracolonien erkennen, von welchen nach Anfertigung mikroskopischer Präparate abermals in Peptonkochsalzwasser zur Anstellung der Nitrosoindolreaction übertragen wird; ebenso werden im Bedarfsfalle schon von der Agarcultur aus Thiere geimpft. Am wichtigsten für die Vorentscheidung ist zur Zeit immer noch die Cultur auf den Gelatineplatten (s. vorige Seite). Das Auffinden entsprechender Colonien von Commabacillen, welche die sämmtlichen vorhin angegebenen Eigenschaften besitzen, genügt während des Verlaufes einer Choleraepidemie zur Diagnose; dahingegen muss bei den sog. „ersten Fällen" und bei dem Nachweis der Cholerabacillen aus Wasser oder anderen Vehikeln die Probe auf das Exempel durch Immunisirungsversuche gemacht werden.

Der regelmässige Befund der characteristischen Bacillen bei Cholera, die absichtlichen und unabsichtlichen Infectionen mit Reinculturen, zum Theil mit tödtlichem Ausgang, beweisen, dass die Bacillen die Erreger der Krankheit sind. Das wirksame Agens ist das noch recht wenig erkannte Choleragift. Die Cholera ist eine Infection des Darmepithels mit Necrose desselben, durch letztere wird erst die Aufnahme des Toxins in den Körper ermöglicht. Im Blute der Geheilten finden sich Substanzen, welche im Stande sind, die Entwicklung der in die Bauchhöhle von Meerschweinchen injicirten Cholerabacillen zu verhindern.

Die Infection mit Cholera. Eine Infection durch die Athmung ist so gut wie ausgeschlossen, einerseits weil nur trockene, d. h. todte Cholerabacillen in der Luft enthalten sind,

Ein-athmung.

*) Nur muss es dort nicht heissen einer „2" Stunden alten, sondern einer „20" Stunden alten virulenten Typhus- oder Choleracultur.

andererseits weil sie, in den Kreislauf gebracht, bald absterben würden, da sie keine Blutparasiten sind. Die Infection erfolgt vom Verdauungskanal aus, an den Nahrungsmitteln also und dem verschluckten Speichel müssen die Bacterien haften, wenn sie die Krankheit erzeugen sollen.

Die directe Ansteckung, wobei Cholerakoth durch besudelte Finger etc. in den Mund gelangt, dürfte die seltenere, die indirecte die häufigere sein. In den Cholerastühlen finden sich Schleimflocken, welche die Bacillen oftmals fast in Reincultur enthalten. Gelangen diese in die Wäsche, so bilden sich bei genügender Wärme und Feuchtigkeit vollständige Colonien von Cholerabacterien. Wäscherinnen erkranken häufig an Cholera. **Directe Einführung.**

Auf die Bodenoberfläche gebrachte Choleraheime vermögen dort und in den oberen Bodenschichten zu Colonien auszuwachsen, wenn der Boden genügend feucht und warm ist und nicht sauer reagirt, und wenn die Cholerabacterien nicht von den Saprophyten überwuchert werden. Durch irgend welche Zufälligkeiten, die sich nicht alle übersehen lassen, z. B. durch Berührung des Bodens mit den Händen, durch Insecten etc., aber nicht durch die Vermittelung bewegter Luft, kommen die Bacterien zum Menschen zurück. (Siehe das Kapitel Boden.) **Infect. vom Boden aus,**

Weiter kann es sich ereignen, dass die Cholerabacillen durch die Hand des Menschen, durch Insecten (Fliegen), welche auf Cholerakoth gesessen haben, auf Nahrungsmittel gelangen, wo sie sich als auf einem guten Nährboden lebhaft vermehren. In ländlichen Bezirken können möglicherweise die auf den Dung geschütteten Cholerastühle die Feldfrüchte inficiren. Rohgenossene Früchte dieser Art sind daher verdächtig. **mit der Nahrung,**

Gelangen Cholerastuhl oder das Spülwasser von Cholerawäsche in das Trinkwasser, so können sich die Bacterien, da sie zugleich mit gutem Nährmaterial, sogen. Nahrungscentren (Darminhalt), zusammen hineingelangen, einige Zeit halten und mit dem Trink- und Nutzwasser aufgenommen werden. **mit dem Wasser.**

Die letzte Invasion der Cholera in Deutschland hat gezeigt, wie wesentlich gerade das Wasser an der Ausbreitung der Cholera betheiligt ist. Von allen Verkehrsstrassen werden die Flüsse am meisten von der Cholera bevorzugt; mit der Flussbevölkerung in erster Linie wandert die Cholera stromauf und stromab. Die mit den Faeces in das Wasser hineingelangten Cholerabacillen vermitteln die Krankheit, und wenn auch die Infectionserreger auf den verschiedensten Wegen zum Menschen gelangen können, so ist doch die directe oder die indirecte Ver-

mittelung durch das Wasser anscheinend der am meisten beschrittene Weg. Die Flussbevölkerung, die Hafenbevölkerung wird stets am stärksten decimirt. Infectionen, welche vom Wasser ausgehen, treten meist explosiv auf und verbreiten sich rasch über den ganzen betroffenen Wasserversorgungsbezirk. Die auf andere Weise erfolgten Infectionen befallen meistens beschränktere Bezirke (Hausepidemien), die einzelnen Erkrankungen treten nicht zugleich auf, sondern bilden über längere Perioden sich hinziehende Ketten (Koch).

Zeit der Epidemien. In unseren Gegenden fallen die meisten Epidemien in den Hochsommer und den Anfang des Herbstes, also in eine Zeit, welche der saprophytischen Lebensweise der Commabacillen günstig ist. In dieselbe Zeit fällt auch der reichlichste Genuss ungekochter Früchte, und sind in ihr disponirende Darmcatarrhe nicht selten.

Sterblichkeit Nicht alle Personen erkranken, welche Cholerakeime in sich aufnehmen. Der normale Magensaft ist für die Commabacillen verderblich. Wird dieser nicht geliefert, fehlt es an Säure, ist der Magen catarrhalisch afficirt oder stark mit Speisen angefüllt, so können die Bacillen ohne Schwierigkeit unbeschädigt hindurchpassiren und im Darm zur Entwickelung kommen. Die Folgen, welche das Eindringen der Commabacillen in den Darmkanal hervorruft, hängen sowohl von ihrer Entwickelungsfähigkeit und der in weiten Grenzen schwankenden Giftigkeit als auch von der Disposition der Befallenen ab. Eine gewisse persönliche Disposition scheint durch Excesse im Essen und Trinken, oder durch schwächende Einflüsse mancherlei Art gegeben zu sein. Die in den Darm eingedrungenen Cholerabacillen gehen dort in einigen Fällen rasch zu Grunde; in anderen Fällen halten sie sich, vermehren sich sogar, bewirken aber absolut keine Krankheitserscheinungen; man hat zu Cholerazeiten vielfach im festen Koth von infectionsverdächtigen, aber anscheinend ganz gesunden Personen vollvirulente Cholerabacillen gefunden; in wieder anderen Fällen bewirken sie leichte, anscheinend belanglose Diarrhöen, und in noch anderen kommt der schwere, eigentliche Choleraanfall zu Stande. Die Zahl der Fälle, in welchen die ausgesprochene Choleraerkrankung auf die Infection folgt, dürfte weniger als 50% aller Fälle ausmachen (Rumpf). Durchschnittlich sterben von den sichtlich Erkrankten 40—60%; am meisten gefährdet sind geschwächte und alte Personen. Die leichten Fälle können genau so wie die schweren zum Ausgangspunkt einer Epidemie werden.

Prophylaxe. Die gegen die Verbreitung der Krankheit zu treffenden Massregeln ergeben sich aus dem Gesagten von selbst. Die staatlichen und städtischen Massnahmen sind bereits auf S 382 angegeben. Welche Erfolge die behördlichen Massnahmen in Deutschland gehabt haben, ergiebt sich daraus, dass in den Jahren 1892—95 Russland 800 000 Todesfälle an Cholera hatte, während in Deutschland nur 9000 vorkamen, und davon entfallen noch fast 7000 auf Hamburg, also in eine Zeit, wo die Massnahmen noch nicht durchgeführt waren; seit ihrer Anwendung ist es zu einer ausgebreiteten Epidemie nicht mehr gekommen. Die persönlichen Schutzmassregeln bieten einige Besonderheiten. Da der Cholerakeim Temperaturen von 60° nicht verträgt, so werden am besten sämmtliche Nahrungsmittel, welche ihrer Natur nach Cholerakeime enthalten können, kurz vor dem Genuss erhitzt. Ess- und Trinkgeschirre sollen mit kochendem Wasser gereinigt, kaltes Fleisch, Brot etc. vor Fliegen geschützt werden. Vor jeder Mahlzeit müssen die Hände gewaschen werden. Magencatarrhe, Magenüberladungen sind zu vermeiden. Jeder Durchfall ist bezüglich der Desinfection als Cholera zu betrachten. Kommt in einem Hause ein Cholerafall vor, so hat sich die Desinfection auf die Fäcalien, auf das Bett und die Bettwäsche, die von den Kranken benutzten Utensilien und den Fussboden zu erstrecken. Einer Desinfection der Wände bedarf es nur dann, wenn dieselben durch Ausleerung des Kranken besudelt sind. Nach der Desinfection werde das Zimmer durch starkes Lüften, eventl. unter Beihülfe der Heizung, getrocknet. Alle Personen des Haushaltes, in welchem sich ein Cholerafall ereignete, sind unter ärztliche Controle zu stellen; ihre Fäcalien müssen bacteriologisch untersucht werden.

Durch Rundschreiben des Reichskanzlers vom 27. Juni und 13. Juli 1893 an die Bundesregierungen sind die von einer verstärkten Choleracommission vereinbarten in den vorstehenden Blätter und auf Seite 382 u. ff. stets berücksichtigten „Massregeln gegen die Cholera“ den einzelnen Bundesregierungen mitgetheilt nnd von denselben obligatorisch gemacht worden.

2) Der Typhus abdominalis.

Eberth, Klebs und R. Koch sahen in Typhusleichen Bacillen, welche sie für Erreger des Typhus hielten. Gaffky wies nach, dass die Bacillen regelmässig vorkommen, und studirte ihre biologischen Eigenschaften zuerst genauer.

Die Typhusbacillen finden sich in den Peyer'schen

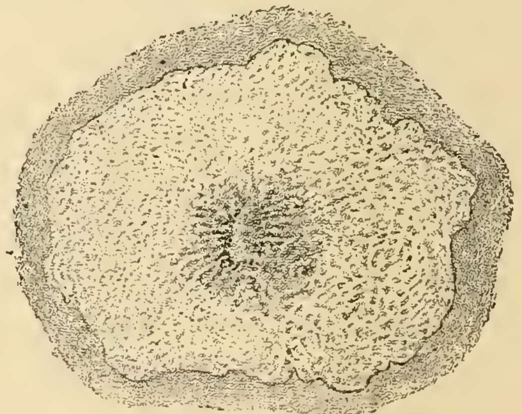
Fundstätte d. Bacillen. Haufen, in den Darmgeschwüren, den abdominellen Lymphdrüsen, den Fäcalien; sie sind ferner gefunden in der Milz, der Leber und in einzelnen Fällen im Blut und Urin. Die Bacillen sind nicht sehr zahlreich im Körper des Typhösen vorhanden, sie liegen in kleinen Haufen zusammen, während das dazwischenliegende Gewebe frei bleibt. Nach dem Ueberstehen des Typhus finden sich in dem Blut der Reconvalescenten Stoffe, welche die Typhusbacillen zu schädigen vermögen.

Ihre Wirkung. Im Thierkörper vermehrt sich der Typhusbacillus nicht, kleine eingeführte Mengen bleiben somit ohne Wirkung; dahingegen kann man eine Intoxication durch grössere Mengen von Bacillen oder deren Stoffwechselproducte erzeugen. Die wirksamen Giftstoffe der Typhusbacillen sind wahrscheinlich sogenannte Toxalbumine.

Sonstige Eigenschaften. Die Typhuserreger sind kleine, ziemlich schlanke, mit abgerundeten Ecken versehene, in Culturen oft zu Fäden vereinigte Stäbchen (Fig. 146). Sie sind lebhaft beweglich und besitzen etwa 8—12 seitenständige Geisseln. Am besten färben sie sich mit verdünnter Carbolfuchsinlösung; die Gram'sche Färbung


Fig. 146. Typhusbacillen, Kartoffelcultur.


Fig. 147. Tiefliegende Colonie.


Fig. 148. Oberflächlich liegende Colonie.

nehmen sie nicht an; sie sind meistens schlanker und beweglicher als die Kolibacillen. Auf der Gelatineplatte erscheinen die tiefliegenden, runden, glattrandigen Colonien gelbbräunlich (Fig. 147). Die an der Oberfläche liegenden Colonien stellen graue, durchscheinende, leichtstreifige Flächenausbreitungen dar (Fig. 148). In der Gelatinestichcultur bildet der tiefere Theil eine graue, sich später bräunende Linie; an der Oberfläche breiten sich die Bacillen als bläulichgraue Schicht aus; Verflüssigung der Gelatine tritt niemals ein; auf Agar, auf Blutserum entsteht ein grauweisslicher Belag. Alle die erwähnten Merk-

male theilt der Typhusbacillus mit einer Reihe ihm verwandter, nicht pathogener Mikroorganismen, insonderlich mit dem bact. coli commune. Unterscheidbar ist er von denselben dadurch, dass er in Nähragar mit Traubenzucker kein Gas entwickelt, in Peptonkochsalzwasser (1 %) kein Indol bildet, Milch selbst bei Brüttemperatur nicht zum Gerinnen bringt, in Lackmusmolke nicht mehr als 3 % einer $^1/_{10}$-Normalsäure producirt, und auf gekochten Kartoffeln als dünne, ziemlich feste, glänzende, kaum sichtbare Haut wächst. Man darf nie die Diagnose auf Typhusbacillen stellen, wenn diese Erscheinungen nicht alle zu Tage getreten sind. Auf manchen Kartoffelarten (den weniger sauren) wächst der Typhusbacillus nicht characteristisch; es ist daher die eine Hälfte der Kartoffel mit der fraglichen, die andere stets mit einer echten Typhuscultur zu bestreichen. Die volle Sicherheit, dass der fragliche Mikrobe ein Typhusbacillus ist, wird durch Immunisirungsversuche (S. 57 u. 58) gegeben.

Die Bacillen sind ziemlich dauerhaft, obschon sie keine Sporen bilden; staubtrocken gehen sie gewöhnlich in 5—15 Tagen zu Grunde, in vereinzelten Fällen können sie sich viel länger (bis zu 229 Tagen) halten. In der Erde, im Mist schwankt die Haltbarkeit anscheinend in ähnlichen Grenzen; meistens sind nämlich die Bacillen in 14 Tagen abgestorben, aber zuweilen halten sie sich $^1/_2$ Jahr und wohl noch viel länger an einer ihnen passenden Oertlichkeit. In kaltem, reinem Brunnenwasser bleiben Typhusbacillen etwa 8 Tage, in wärmerem, verschmutztem Wasser aber länger am Leben. Temperaturen von ungefähr 70° tödten sie. In den Erdschichten bis zu ungefähr 1 m Tiefe können sie sich vermehren; unsere gewöhnlichen, gekochten Nahrungsmittel sind auch für sie gute Nährböden.

Die Infection. Man darf annehmen, dass in manchen Fällen die mit dem Koth oder mit dem Urin des Kranken ausgeschiedenen Bacillen direct zum Menschen zurückkehren, indem das mit Wartung und Pflege betraute Personal die besudelten Finger an den Mund bringt. In 15 Jahren sind im Hamburger Krankenhause 43 Erkrankungen bei dem Pflege- und Dienstpersonal vorgekommen, und davon betrafen 35 Fälle Wärter und Wärterinnen der medicinischen Abtheilung. **Directe Uebertragung.**

Meistens dürften jedoch vermittelnde Zwischenglieder eintreten; die bacillenhaltigen Stoffe kommen auf den Dung, in die Aborte, werden verspritzt, von Insecten verschleppt, haften an den Kleidern und sonstigen Gegenständen; von da gelangen **Indirecte Uebertragung.**

sie an die Hände oder an Nahrungsmittel und so in den Mund. Relativ häufig wird das Trink- und Gebrauchswasser inficirt, sei es, dass die Fäcalien in die Flüsse und Bäche entleert werden oder dass von den Aborten und Düngergruben her mit Typhusbacillen beladenes Schmutzwasser in die undichten Brunnen hineinsickert, oder dass infectiöses Wasch- und Spülwasser in die Wasserbezugsquellen gelangt. Das bacillenhaltige Wasser vermittelt dann die Infection entweder als Trink- oder Hausgebrauchswasser. Milch ist nicht selten die Ueberträgerin der Bacillen.

Von den oberen Bodenschichten, wohin die Bacillen zufällig gelangten, — die tieferen sind, sofern nicht inficirtes Wasser durch weitere Canälchen rasch in die Tiefe sinkt und von da schnell in Brunnen und Quellen eindringt, für die Typhusätiologie belanglos — kehren sie in derselben Weise wie die Cholerabacillen zum Menschen zurück; aber die Typhusbacillen können die Austrocknung eine kurze Zeit vertragen, verstäuben und mit der Athemluft eindringen. Allerdings sterben die direct in die Lunge übertragenen Bacillen bald ab, dahingegen können die durch den Athmungsprocess in Nase und Rachenraum gebrachten Mikroben sich dort möglicher Weise einige Zeit lebend erhalten und, mit dem Speichel verschluckt, vom Darm aus die Infection bewirken. In mehreren Fällen hat man den Uebergang des Typhusbacillus von der Mutter auf die Frucht nachweisen können.

Der Abdominaltyphus ist anscheinend über die ganze Erde verbreitet. In Deutschland fallen die Epidemien oder die Steigerung der Endemien hauptsächlich in die Herbst- und Winterzeit.

Die Schutzmassnahmen sind bereits in dem allgemeinen Theil dieses Kapitels besprochen (Seite 388). Die „Assanirung“ der Ortschaften ist gerade für den Typhus, welcher in vielen Bezirken endemischen Character hat, der wichtigste Factor für die allgemeine Prophylaxe. In einigen Städten hat man die Abnahme der Typhussterblichkeit nach Einrichtung einer besseren Wasserversorgung, in anderen nach Einführung eines Abfuhrsystems oder einer Schwemmkanalisation gesehen. Man muss bedenken, dass Einrichtungen dieser Art nicht nur nach ihrer bestimmten Richtung hin wirken, sondern dass sie auch andere sanitäre Folgen haben, und dass die Gesammtsumme der Verbesserungen ihren Einfluss äussert. Die Verbreitung des Typhus durch Milch, Gemüse u. s. w. fordert eine Beaufsichtigung des Verkehrs mit diesen Gegenständen, insonderlich, wenn in einem derartigen Geschäft Typhuserkrankungen vorgekommen sind.

Während einer Typhusepidemie empfiehlt es sich, die Speisen und das Wasser nur gekocht zu geniessen, sofern sie nicht ihrer Natur und Aufbewahrungsart nach vor jeder Infection gesichert sind. Zur Stellung der Diagnose wird mit Vortheil die Vidal'sche Reaction verwendet.

3) Die Tuberkulose.

Klencke und Villemin waren die Ersten, welche für die Infectiosität der Tuberkulose voll eintraten. Ihrer Anregung folgend, beschäftigten sich eine grosse Reihe von Forschern mit dieser Frage. Allein erst Rob. Koch ist es gelungen, den unumstösslichen Beweis zu erbringen, dass die Tuberkulose eine echte Infectionskrankheit sei.

Gerade in den Tuberkulose-Untersuchungen zeigt sich die ganze Genialität, die eiserne Energie Koch's. Es war nothwendig, neue Methoden der Färbung, neue Methoden der Züchtung zu ersinnen, es musste die Schwierigkeit überwunden werden, die den noch unbekannten Tuberkelbacillus überwuchernden übrigen Bacterien fern zu halten, es mussten für die Infection geeignete Thiere gefunden werden, kurz, wohin auch der Blick sich wendete, überall traten neue Hindernisse auf. Koch überwand sie alle. Er führte den Beweis, dass der von ihm gefundene Bacillus der einzige Erreger der Tuberkulose ist, mit einer solchen Schärfe, dass nur der Unverstand es versuchte, an seinem Bauwerk zu rütteln. Koch zeigte weiter, dass die Tuberkulose identisch ist mit der Scrophulose, mit dem Lupus; er bewies, dass die Perlsucht der Rinder, die verschiedenen Formen der Tuberkulose der Hausthiere mit einer Ausnahme (Geflügeltuberkulose) durch denselben Bacillus erzeugt werden, welcher die menschliche Tuberkulose bedingt, und zuletzt hat uns Koch in dem Tuberkulin ein Mittel gegeben, welches zwar der specifischen Heilwirkung entbehren mag, sich aber in vielen Fällen von Tuberkulose nützlich erweist, und welches vor Allem einen ganz hervorragenden diagnostischen Werth besitzt; mit seiner Hülfe ist ferner die Möglichkeit gegeben, der Tuberkulose unter den Rindern Herr zu werden und damit eine starke Infectionsquelle für die menschliche Tuberkulose zu verschliessen.

Der Tuberkelbacillus. Koch impfte zunächst Meerschweinchen mit tuberkulösem Sputum, tödtete die erkrankten Thiere und bekam in den Tuberkeln von Leber und Milz ein reines Ausgangsmaterial. Dann übertrug er Organstückchen auf Blutserum und hielt dasselbe bei 37°: nach frühestens 14 Tagen zeigte sich Wachsthum.

Gestalt und Sporenbildung

Die Colonie liegt als ein trockener, grauer, Schuppen bildender Belag auf der Oberfläche. Das Mikroskop lässt bei schwacher Vergrösserung eine eigenthümliche Anordnung der Mikroorganismen in Strähnen oder Zügen erkennen. Bei 500facher Vergrösserung sieht man die einzelnen Bacillen als schlanke, feine Stäbchen von wechselnder Länge mit rundlichen Enden. Nicht selten erkennt man, dass die Tuberkelbacillen in alten Culturen längere, anscheinend ungetheilte Fäden mit Seitensprossen, also echte Verzweigungen, bilden, die z. Th. kolbig sind. Hiernach würden die Tuberkelbacillen nicht den eigentlichen Bacterien, sondern, wie der Actinomyces, den Fadenbacterien zuzurechnen sein. In den Bacillen bemerkt man zuweilen nach der Färbung helle, nicht ganz scharf begrenzte Stellen, welche wahrscheinlich Vacuolen darstellen, wie sie z. B. bei Actinomyces und höheren Pilzen häufig angetroffen werden. Vielfach werden diese Lücken, ebenso wie gewisse krümelige, stark färbbare Protoplasmaanhäufungen als Degenerationserscheinungen angesehen. Häufig sieht man in Bacillen aus Sputum rundliche, sich sehr dunkel färbende Plasmaklumpen, welche von einigen Forschern für Sporen angesprochen wurden; jedenfalls sind alle die für Sporen gehaltenen Gebilde nicht resistent, und der allgemeinen Annahme nach bilden die Tuberkelbacillen keine Sporen.

Färbung.

Die Bacillen nehmen die gewöhnlichen Anilinfarben schlecht an, dahingegen zeigen sie sich farbenbeständig gegen die Einwirkung starker Säuren, wenn sie Anilinöl oder Phenol enthaltenden Farbstoffen längere Zeit ausgesetzt gewesen sind.

Die beste Methode der Färbung ist die nach Ehrlich oder Ziehl-Neelsen.

Ziehl-Neelsen.

Letztere sei kurz angeführt. Dem auf eine schwarze Glasplatte ausgegossenen Sputum werden kleine, gelbliche, festere Partikel entnommen, zwischen 2 Deckgläschen zerrieben und, nachdem sie trocken geworden sind, durch die Flamme gezogen; dann wird das Präparat mit Carbolfuchsinlösung überschüttet und stark erhitzt, in Wasser abgespült, während weniger Secunden in 5% Schwefelsäure eingetaucht, darauf in 70% Alkohol entfärbt, mit Wasser abgespült, mit dünner, wässriger Methylenblaulösung schwach nachgefärbt, nochmals in Wasser abgespült und untersucht. Die Tuberkelbacillen erscheinen roth, alles Uebrige blau gefärbt. Zur Züchtung werden tuberkulöse, von der Luft abgeschlossene Organtheile oder Reinculturen fest in Nähragar eingerieben, welchem 5% Glycerin zugesetzt ist.

Widerstandsfähigkeit.

Die Tuberkelbacillen sind ziemlich widerstandsfähig. Sie ertragen eine wochen- und monatelange Austrocknung, im Magensaft behalten sie ihre Vitalität, in faulenden Substraten hat man sie noch nach einem Jahre lebensfähig gefunden, sie überstehen

die Ueberwinterung in den oberen Erdschichten und im Thierdung; Temperaturen von 70⁰ tödten sie nach ungefähr zwei Stunden; dem diffusen Tageslicht oder dem Sonnenlicht ausgesetzt, gehen sie in wenig Tagen oder Wochen zu Grunde. Die Bacillen sind unter natürlichen Verhältnissen anscheinend obligate Parasiten.

Das Gift der Tuberkelbacillen ist als ein Toxalbumin aufzufassen, welches in den Leibern der Mikroben selbst erzeugt und aus ihnen ausgelaugt wird.

Reizwirkung der Tuberkelbacillen.

Die Tuberkelbacillen üben im empfänglichen Thierkörper zunächst einen Reiz aus. In Folge dessen treten sowohl ein Hinwandern von Leukocyten nach der gereizten Stelle als auch eine Kariokinese und reichliche Proliferation der fixen Gewebezellen ein; später, nach Reizung der Gefässwände, kommen die Leukocyten in grosser Anzahl hinzu. Auf einzelne Zellen wirkt der Reiz so mächtig, dass eine lebhafte Kerntheilung eintritt, während der Zellenleib in der Theilung nicht folgen kann, sein Plasma vielmehr, nach der Angabe Weigerts, unter der Einwirkung der Tuberkelbacillen rasch der Coagulationsnekrose anheimfällt. Die so entstandenen vielkernigen, grossen Zellen sind die „Riesenzellen". Ihre Bildung kann man bereits als den ersten Beginn der regressiven Metamorphose, der zerstörenden Wirkung der Bacillen, ansehen. Die Zellen des Tuberkels sterben ebenfalls durch Coagulationsnekrose von der Mitte her ab. Die Zellconturen werden undeutlich, die Kerne schwinden, und das Tinctionsvermögen wird geringer. Der weitere Verlauf richtet sich nach der Thierart; beim Rind finden starke Kalkablagerungen statt, beim Meerschweinchen tritt ein trockener Schwund, beim Affen und Menschen Verkäsung ein etc.

Necrotisirende Wirkung.

Primärer Herd.

Der eingedrungene Bacillus bleibt entweder an der Invasionsstätte liegen und erzeugt dort zunächst eine Tuberkeleruption, oder er wird vom Saftstrom oder von den Wanderzellen erfasst und, ehe er proliferiren kann, in das Gewebe eventuell bis zur nächsten Lymphdrüse geschleppt, wo dann die Primäraffection zum Ausbruch kommt. Von der ersten Invasionsstätte aus verbreiten sich die Bacillen hauptsächlich auf dem Wege der Lymphbahnen weiter. Im Blut scheinen sie nur zeitweilig zu kreisen. Dringen grössere Schübe von Tuberkelbacillen, z. B. durch Platzen eines Käseherdes, direct in die grossen Lymphgänge oder in die Gefässe hinein, so entsteht in Folge ihrer Dispersion in den verschiedensten Organen die „acute Miliartuberkulose", im Gegensatz zur chronischen, welche dadurch hervorgerufen wird, dass relativ wenig Bacillen in einzelnen, öfteren Schüben in minder wichtige Organe gespült werden.

Miliartuberkulose.

Heilung und Latenz

Nicht selten geht die Tuberkulose in definitive oder in relative Heilung über. Im letzteren Falle ist die Krankheit latent, d. h. ein kleiner Herd kann Jahre und Jahrzehnte bestehen bleiben, ohne dass die in ihm enthaltenen lebensfähigen Bacillen das Gewebe invadiren. Verstopfung der Saftkanälchen mit Exsudat, oder Zellwucherung, oder der lethargische Zustand, erzeugt durch die Einwirkung der miteingeschlossenen Spaltungsproducte der Mikroben, in welchem die Bacillen eine vita minima fristen, werden zur Erklärung dieser Erscheinung herangezogen.

Die Verbreitung der Tuberkulose ist eine ganz verschiedene. Es giebt Bezirke, wo die Krankheit gar nicht oder selten vorkommt, so z. B. auf den Höhen von Mexico, Ecuador, Bolivia. Die hochgelegenen Orte der Schweiz, Schlesiens oder des Harzes zeichnen sich durch eine geringe Tuberkulose-Sterblichkeit aus. Möglicherweise bedingen die durch tiefere Athmung erzeugte, kräftigere Entwickelung der Athmungsorgane, der intensivere Kreislauf, die — anscheinend — gesteigerte Zahl der Blutkörperchen eine erhöhte Widerstandskraft, oder die starke Belichtung, die intensive Bestrahlung beeinflussen das Absterben der expectorirten Bacillen, so dass wenig Infectionsmaterial vorhanden ist.

Andererseits giebt es Bezirke, welche stark von Tuberkulose heimgesucht werden. In Deutschland gehen durchschnittlich gegen 10 % der Menschen an dieser Krankheit zu Grunde; in Münster i/W. starben in den Jahren 1886, 87 u. 88 sogar 23 % daran. In Baiern waren von 706 346 Todesfällen aller Altersklassen zusammengenommen 11,84 %, von den 168 615 der Altersklasse zwischen dem 16. und dem 60. Jahr 37,15 % durch Tuberkulose bedingt, dort starben in dem Zeitraum von 1884—93 von 100 000 Lebenden 309 an Tuberkulose, an allen anderen Infectionskrankheiten zusammen nur 191 Personen. In Preussen verfielen in den Jahren 1875—79 von 10 000 Lebenden jährlich 31,47 dem Tode durch Tuberkulose. Während jedoch in den östlichen Provinzen nur 15—20 von 10 000 starben, zeigten die westfälisch-rheinischen Bezirke eine jährliche Sterblichkeit bis zu 54 auf 10 000 Lebende. In den erwähnten Jahren kamen auf 36,88 an Tuberkulose gestorbene Städter 29,43 Landleute. Von 10 000 Männern starben im Durchschnitt 35,48, von 10 000 Frauen 28,55.

Einfluss des Alters.

Ganz eigenartig vertheilt sich die Tuberkulose auf die einzelnen Altersklassen.

Nach Würzburgs Angaben starben von 10 000 Lebenden der

Altersklasse	an Tuberkulose	Altersklasse	an Tuberkulose
0— 1	23.4	25—30	36,7
1— 2	20,4	30—40	36,7
2— 3	12,5	40—50	48,4
3— 5	6,8	50—60	67,9
5—10	4,6	60—70	93,1
10—15	5,8	70—80	61,7
15—20	18,3	über 80	25,8
20—25	30,2		

Ganz ähnlich ist das Verhältniss für Sachsen, Bayern, Schweden, Dänemark, aber nicht für England, weil dort die höchste Sterblichkeit zwischen dem 35.—45. Lebensjahr liegt.

Hieraus folgt, dass bei uns die Wahrscheinlichkeit, an Tuberkulose zu sterben, mit steigendem Lebensalter zunimmt, entgegen der herrschenden Ansicht, wonach die Blüthejahre das Hauptcontingent an Tuberkulose stellen. Vergleicht man jedoch die Zahl der an Tuberkulose Gestorbenen mit der Zahl der in den einzelnen Altersklassen überhaupt Gestorbenen, so stellt sich heraus, dass wirklich in der Blütheperiode die Sterblichkeit an Tuberkulose ungefähr $^1/_3$ der Gesammtsterblichkeit darstellt; was sich dadurch erklärt, dass die Gesammtsterblichkeit in diesen Jahren sehr gering ist, während die Tuberkulosesterblichkeit in steigender Richtung weiter geht.

Von Einfluss auf die Sterblichkeit ist der Beruf. Cornet hat nachgewiesen, dass 60 % der mit Krankenpflege beschäftigten Ordensmitglieder der Schwindsucht erliegen. Die grossen Verluste der Staubarbeiter durch Tuberkulose sind schon bei der Gewerbehygiene besprochen. Auch feuchten Boden, feuchte Wohnungen hat man in ätiologische Beziehung zu einer grösseren Phthise-Sterblichkeit gebracht. Insofern kann die Wahrnehmung erklärt werden, als die Feuchtigkeit einerseits dem Bacillus eine längere Lebensdauer gewährt, andererseits die Entstehung von Catarrhen begünstigt.

des Berufs, der Feuchtigkeit.

Die Infection. Die Bacillen vermögen von verschiedenen Eingangspforten aus in den Menschen einzudringen. Die Infection von Wunden (Leichentuberkel) oder von ekcematösen Flächen aus ist nicht häufig; das straffe Hautgewebe bildet kein gutes Substrat für die Entwickelung der Bacillen. Ob eine Uebertragung durch die Vaccination möglich ist, erscheint mehr als fraglich. Durch tuberkulöses Sperma kann eine Infection der Frau erfolgen, anscheinend geschieht das jedoch sehr selten.

Wunden

Gelangen Tuberkelbacillen in den Verdauungstractus, sei

Verdauungskanal. es durch das Sputum, welches der Phthisiker hinunterschluckt (Autoinfection), sei es durch Nahrungsmittel, welche Tuberkelbacillen enthalten, z. B. Fleisch und Milch tuberkulöser Thiere, so können sie ohne Schaden den Darm passiren. Haftet die Infection, so entsteht entweder in der Darmwand der Tuberkel bezw. das tuberculöse Geschwür, oder der Bacillus durchdringt das Gewebe auf dem Wege der Lymphbahnen, und in der nächsten Lymphdrüse entsteht der erste Herd, oder er tritt auf dem Wege der Blutbahn in den Kreislauf ein. Nicht selten scheinen die Tonsillen als Eintrittspforte zu dienen, und manche Scrophulose entsteht durch Verschleppung von Bacillen aus den Mandeln in die Drüsen des Halses.

Von grösserer Wichtigkeit als alle erwähnten Eintrittspforten zusammengenommen ist anscheinend die Aufnahme der Bacillen durch die Athmungsorgane, denn die Lungen und die ihr direct benachbarten Lymphdrüsen sind gewöhnlich am ersten und intensivsten ergriffen. Cornet hat nachgewiesen, dass in dem Staub der Wohnräume von Phthisikern dann regelmässig virulente Bacillen vorhanden sind, wenn die Kranken mit ihrem Auswurf leichtsinnig sind. Das an die Erde geworfene Sputum trocknet an, durch das Umhergehen in der Stube wird es allmählich zu Staub zermalen, welcher beim Ausfegen etc. in die Höhe steigt und in die Athmungsorgane gesunder Personen eindringen kann. Ein gleiches Verstäuben findet statt bei der Benutzung von Taschentüchern zur Aufnahme des Auswurfes. Ausserdem werden wahrscheinlich durch die Hustenstösse, durch Niesen, vielleicht auch durch lautes Sprechen kleinste Wassertröpfchen in die Luft geschleudert, welche die ihnen anklebenden Bacillen auf weite Entfernung und stundenlang durch das Zimmer tragen.

Mit Rücksicht auf seine Umgebung soll daher der Phthisiker beim Husten ein leicht angefeuchtetes Tuch vor den Mund nehmen.

Zur Infection ist eine gewisse Disposition erforderlich. Diese kann ererbt oder erworben sein. Ist das erstere der Fall, so besitzt gewöhnlich das Individuum den sog. habitus phthisicus: schmalen, langen Brustkasten, abstehende Schulterblätter, kleines Herz, enge Gefässe, geringen Blutreichthum etc. Erworben wird die Disposition durch alle den Körper oder die Lungen schwächenden Momente. Ausschweifungen in baccho et venere, das Ueberstehen schwerer Krankheiten, übermässige Arbeit, Hunger und sociales Elend stehen unter den allgemein disponirenden, Catarrhe (Masern, Keuchhusten), Verletzungen der Respirationsorgane

durch Contusionen oder Staubinhalationen unter den local disponirenden Momenten in der ersten Linie.

Vielfach ist die Frage erörtert, ob der Tuberkelbacillus selbst von den Eltern auf das Kind übergehe. Die Uebertragung des Keimes vom Vater her bei der Zeugung erscheint ausgeschlossen, denn in einer Ejaculation des Kranken sind entweder gar keine oder sehr wenige Tuberkelbacillen, dagegen über 3 Millionen Spermatozoen enthalten, von welchen ein einziges zur Befruchtung genügt; die Chance, dass das mit einem Tuberkelbacillus behaftete Spermatozoon befruchte, ist also minimal; ausserdem dürfte ein so früh inficirtes Ei nicht zur Reife gelangen. Die Uebertragung von der Mutter her, im Wege des placentaren Kreislaufes, ist zweifellos möglich, wie Thierexperimente und Beobachtungen an Menschen ergeben haben; zudem lehrt die Sectionsstatistik, dass die Tuberkulose von der Mitte bis zum Ende des ersten Lebensjahres recht häufig ist. Die Uebertragung des Keimes in utero lässt sich von der Ansteckung in frühester Jugend, von der Familieninfection, nicht trennen, daher weiss man nicht, wie gross der Factor der intrauterinen Infection ist. **Erblichkeit.**

Die Prophylaxe kann gegen die Infection und gegen die Disposition gerichtet sein. Da die Tuberkulose am häufigsten an den ruhigsten Stellen der Lunge, an den Spitzen, zum Ausbruch kommt, so wird eine ausgiebige Lungengymnastik von früher Jugend an zu cultiviren sein. Die Wahl des Berufs hat mit Rücksicht auf etwa bestehende Disposition zu erfolgen. Reconvalescenten, insbesondere solche von Masern bezw. Keuchhusten, müssen der Ansteckungsmöglichkeit sorgfältig entzogen werden; nicht zu früher Schulbesuch und möglichste Kräftigung sind anzustreben. Anlass zu Catarrhen, Staubinhalationen etc. sind zu vermeiden. **Prophylaxe bezw. Disposition,**

Um der Infection vorzubeugen, ist zunächst die Nahrung in das Auge zu fassen. Obgleich in der Milch tuberkulöser Frauen Bacillen bisher nicht nachgewiesen worden sind, so soll dennoch keine schwindsüchtige Mutter oder Amme ein Kind stillen. Um der Familieninfection zu entgehen, kann sogar die Fortgabe des Kindes in Pflege nothwendig werden; Kuhmilch werde stets abgekocht gegeben; der Verbreitung billiger Milchsterilisationsapparate in den breiten Schichten des Volkes ist das Wort zu reden. **Infection durch Nahrung,**

Auch die Herstellung von tuberkelbacillenfreier Butter und Käse ist zu verlangen. Fleisch tuberkulöser Thiere werde nach Möglichkeit vermieden. Der Unsitte, rohes oder nicht gehörig

erhitztes (unter 70^0) Fleisch zu geniessen, ist zu steuern. Ferner muss das Streben dahin gehen, die Perlsucht zu unterdrücken.

durch Athmung. Die Hauptgefahr bietet das Sputum. Thiere, welche nicht husten (Kaninchen, Meerschweinchen), leiden trotz einer Empfänglichkeit, welche weit grösser ist als die des Menschen, selten an spontaner Tuberkulose. Den Kranken und den Familienmitgliedern ist in schonender, sachlicher Weise bekanntzugeben, dass das Sputum der Vermittler der Ansteckung ist. Der Auswurf werde nicht in das Taschentuch noch in mit trocknem Sand, trocknem Sägemehl und derartigem Material gefüllte Spucknäpfe, noch viel weniger direct auf den Boden entleert, sondern in Gläser, welche mit Deckeln geschlossen sind, und deren Boden mit Wasser bedeckt ist. Um den Uebertritt der Tuberkelbacillen in die Luft durch die Hustenstösse zu verhindern, sollen die Patienten beim Husten ein Taschentuch vor den Mund nehmen, dasselbe aber nicht dazu benutzen, das Sputum dahinein zu entleeren; dazu dienen leicht transportable Speigläser, wie sie z. B. von Dettweiler angegeben sind. In den Krankenzimmern, auf den Corridoren der Krankenhäuser und der öffentlichen Gebäude, in den Eisenbahnwagen, Fabriken, Werkstätten etc. soll gleichfalls durch Anbringung von feuchtgehaltenen, täglich zu reinigenden Speinäpfen oder Gläsern reichlich Gelegenheit zur gefahrlosen Entleerung des Auswurfs gegeben sein. In den Zimmern, wo Tuberkulöse verkehren, sollen täglich Fussboden und Möbel feucht abgewischt werden. Auf die Sorge für Reinlichkeit und die Vermeidung von Staub ist grosses Gewicht zu legen. Die Lehrer sollen auf hustende Kinder achten, sie event. dem Arzt zuweisen. Kinder mit chronischem Husten sind an die Ecken der Bänke zu setzen, und ihnen Speinäpfe zur Verfügung zu stellen. Die zeitweilige Desinfection der Zimmer, der Utensilien und Wäsche der Erkrankten, und später der Gestorbenen ist nothwendig. Die Tuberkulose muss aus der Gruppe der Krankheiten mit facultativer Desinfection herausgenommen und in die Gruppe mit obligatorischer Desinfection übergeführt werden. Die Unterbringung Tuberkulöser in besonderen Heilanstalten und die Anlage von Pflegestätten sei dringend empfohlen. Es ist nothwendig, dass das Publikum auf die Gefahr, welche ihm durch die Tuberkulose droht, aufmerksam gemacht und aus seiner Apathie aufgerüttelt werde; zugleich sind ihm jedoch die Mittel und Wege kund zu geben, mittelst welcher es gelingen muss, dieser verderblichsten aller Krankheiten Herr zu werden.

Gesetzliche Massnahmen.

Die Gesetzgebung ist mit ihren Massnahmen erst seit Kurzem hervorgetreten. In Preussen hat der Minister angeordnet (15./4. 89), dass in den Straf-, Gefangenen- und Besserungsanstalten nur in wasserhaltige Näpfe gespieen werde; die Zellen, welche hustende Gefangene enthalten haben, sollen gereinigt und desinficirt werden; der erforderliche Desinfectionsapparat ist zu beschaffen; tuberkulöse Gefangene sind von den übrigen möglichst zu isoliren. Ganz ähnliche Vorschriften sind für die Privatirrenanstalten erlassen (31./3. 89). Die Polizeiverordnung für Berlin vom 8./12. 90 bestimmt, dass die Desinfection für die Tuberkulose dann obligatorisch ist, wenn ein Fall in einer dem öffentlichen Verkehr dienenden Aufenthaltseinrichtung vorgekommen ist; für die Aerzte ist dann die Meldepflicht angeordnet. Der wichtigste Erlass ist jedoch der vom 10./12. 90, welcher in fast allen Amtsblättern veröffentlicht ist. Sein Inhalt deckt sich mit den auf den letzten Seiten angegebenen Prohibitivmassregeln. Anscheinend haben diese Massnahmen gute Erfolge gehabt, denn es ist in den letzten Jahren die Tuberkulosesterblichkeit in den Irrenanstalten von etwa 200 auf 150, in den Gefängnissen von etwa 140 auf 90, in den Krankenpflegeorden von etwa 30 auf 25 auf 10000 Lebende zurückgegangen, während in den Ländern, wo die Prophylaxe gar nicht oder mangelhaft geübt wurde, die Abnahme fehlt.

Im Jahre 1898 ist angeordnet worden, dass die Eisenbahnwagen, besonders diejenigen, welche den Verkehr mit den Tuberkulose-Kurorten vermitteln, mindestens einmal im Jahre ordentlich desinficirt und nach jeder Tour gründlich gereinigt und so weit erforderlich, auch desinficirt werden. — In New-York werden durch das dortige Gesundheitsamt „Instructionen für Schwindsüchtige und Solche, die mit ihnen leben“, und für die Aerzte unentgeltlich vertheilt; den Aerzten werden unentgeltlich die Untersuchungen auf Tub. bac. gemacht. Es besteht Anzeigepflicht für Tuberkulose, die Desinfection der Wohnungen ist obligatorisch und wird unter der Aufsicht besonderer Medicinal-Inspectoren ausgeführt.

4) Die Influenza.

Die epidemische Grippe ist schon seit dem 12. Jahrhundert bekannt und in verschiedener Bösartigkeit aufgetreten; besonders zeichneten sich einige Epidemien des vorigen Jahrhunderts durch eine hohe Sterblichkeit aus. Die Pandemie des Jahres 1889/90 verlief in dieser Beziehung milder. Es sind durchschnittlich 40

bis 50%, an einigen Orten bis 90% der Bevölkerung ergriffen worden, aber die Zahl der Todesfälle an der Krankheit selbst war sehr gering, dagegen stieg die allgemeine Sterblichkeit, und zwar in manchen Bezirken auf das Doppelte und Dreifache. In Preussen sind etwa 30 000 Personen während der Epidemie mehr gestorben als in dem gleichen Zeitraum anderer Jahre; diese Verluste sind hauptsächlich durch Sterbefälle an acuten Krankheiten der Athmungsorgane und an Lungenschwindsucht verursacht worden; insbesondere waren tuberkulöse und alte Leute gefährdet. Nach dem Erlöschen der Epidemie verminderte sich die allgemeine Sterblichkeit erheblich, sie sank bedeutend unter den Durchschnitt, ein Zeichen, dass die hohe Mortalitätsziffer der Influenzazeit hauptsächlich durch das Sterben schon erkrankter oder schwacher Individuen bedingt war.

Die Krankheit wird nach den Untersuchungen von R. Pfeiffer durch einen sehr kleinen und dünnen, bewegungslosen, aëroben Bacillus mit abgerundeten Enden erzeugt; derselbe wächst auf Blutserum oder Nährägar, wenn diese Nährböden mit Blut bestrichen sind, und wenn sie bei 37° gehalten werden. Die Bacillen finden sich in dem Schleim des eigenthümlichen, gelbgrüngefärbten, zähen Sputums der Influenzakranken, und zwar meistens in Nestern vereinigt; in späteren Stadien der Krankheit liegen sie hauptsächlich in den Eiterzellen; grosse Mengen der Stäbchen, ebenfalls in Zellen gelagert, finden sich im Innern der graugelblichen Centren der lobulären Influenzaherde; in das Blut treten sie nur in den seltensten Fällen und nur vereinzelt über. Die Bacillen erzeugen ein Gift, auf welches die Störungen des Allgemeinbefindens und wenigstens zum Theil die Krankheitserscheinungen bei der nervösen und gastrischen Form der Influenza zurückgeführt werden müssen; allerdings sind Fälle bekannt geworden, wo der ganze Darm mit Influenzabacillen austapezirt war, und wo sich im Gehirn die Bacillen zwischen der Neuroglia und in den Lymphräumen in grosser Menge fanden. Auf Thiere lassen sich die Mikroorganismen der Influenza nicht mit Erfolg übertragen, nur bei Affen sind Injectionen in die Lungen hinein von schwachen Krankheitssymptomen gefolgt gewesen. Die Bacillen sterben im Wasser schon in 48 Stunden ab und werden durch Austrocknen bereits in wenig Stunden getödtet; im feuchten Sputum halten sie sich ungefähr 14 Tage lebendig. Die Krankheit ist anscheinend sehr leicht übertragbar und es scheint, als ob sie oft durch die beim Husten ausgestossenen feinsten Tröpfchen vermittelt wird. Nach der Ein-

schleppung der Seuche von aussen her treten zunächst vereinzelte Fälle auf, wie bei fast jeder Infectionskrankheit, an welche sich dann die Hauptmasse der Erkrankungen anschliesst; die Gesammtdauer der örtlichen Epidemie übersteigt gewöhnlich nicht drei Monate.

Zur Verhütung der Uebertragung muss das Sputum sorgfältig beseitigt oder ebenso wie die Taschentücher gut desinficirt werden. Alte oder schwache oder lungenkranke bezw. einer Lungenaffection verdächtige Individuen sind in Epidemiezeiten durch Ortswechsel oder sehr ausgiebige Beschränkung im Verkehr zu schützen. Erkrankte und Reconvalescenten bedürfen zur Verhütung von Complicationen der Ruhe und Schonung.

5) Die Diphtherie.

Der Diphtherieerreger. Der die Krankheit veranlassende Mikroorganismus ist ein von Löffler aufgefundenes Stäbchen, welches in den diphtherischen Belägen gefunden wird. Die Diphtheriebacillen färben sich mit den gewöhnlichen Anilinfarben. Besser färben sie sich jedoch mit Löfflers Farbstoff (30 ccm conc. alkoh. Methylenblaulösung auf 100 ccm 0,1 procentiger Kalilauge) oder mit einer Farblösung bestehend aus 100 ccm Anilinölwasser und 5 ccm conc. alkoh. Gentianaviolettlösung, Abspülen in Lugol'scher Lösung (1 Theil Jod, 3 Jodkali, 300 Wasser), sofortiges Abtrocknen mit Fliesspapier und Entfärbung in Anilinöl. Die Diphtherieerreger stellen etwa 2—4 μ lange, 0,5 μ breite Stäbchen dar mit abgerundeten Ecken. Sie wechseln in ihrer Form, oft sind sie schlank und gleichmässig, dann wieder kurz, sogar breiter als lang, also scheibenförmig, oder zu Kolben verdickt. In den kurzen Fäden, welche sie in den Culturen bilden, finden sich nicht selten die verschiedenen Formen vereinigt; auch sieht man dort Organismen, die Astbildung zeigen. Die Bacillen sind unbeweglich und sporenlos. Am besten wachsen sie auf Blutserum, welchem $^1/_3$ seines Volumens einer 1 % Peptontraubenzuckerbouillon beigemischt ist, weniger gut auf Deickeschem Albuminatagar, Tochtermannschem Serumagar und auf gewöhnlichem Nähragar; doch „gewöhnen“ sie sich an den Agar und wachsen später besser, verlieren aber dabei an Giftigkeit. In Nährgelatine, also bei Zimmertemperatur, kommen sie nur kümmerlich fort. Die Bacillen vertragen eine Temperatur über 60° nicht; der Austrocknung widerstehen sie gut, man hat sie in getrockneten Membrantheilen nach 4 Monaten noch lebensfähig gefunden. Auf

Färbung.

feuchtem Nährmaterial halten sie sich zuweilen ein bis zwei Jahre. Sie verschwinden gewöhnlich mit oder kurz nach dem Aufhören der Krankheitserscheinungen im Rachen, können aber zuweilen Wochen, sogar Monate lang dort oder in der Nase bezw. den Nebenhöhlen lebendig und virulent bleiben. Die

Virulenz. Giftigkeit, auf der Bildung eines Toxalbumins beruhend, ist grossen Schwankungen unterworfen; zuweilen hält sie sich in den Culturen lange, zuweilen verschwindet sie bald.

Löffler schon fand bei gesunden Kindern Diphtheriebacillen; andere Autoren konnten diese Thatsache bestätigen. Es hat sich nun herausgestellt, dass diese Personen ausser einer unverletzten Schleimhaut Schutzstoffe in ihrem Blut besitzen, welche sie gegen das Gift der Diphtheriebacillen schützen. Ausserdem kommt in dem Conjunctivalsack und in der Mundhöhle nicht selten ein Pseudodiphtheriebacillus vor, welcher dem echten morphologisch sehr ähnlich, aber nicht pathogen ist und sich zudem durch die Doppelfärbung in essigsaurer Methylenblaulösung und in Vesuvinlösung unterscheiden lässt. Junge Diphtheriebacillen lassen, so behandelt, deutliche Körner erkennen, Pseudodiphtheriebacillen nicht.

Auf eine Infection von einem leicht verlaufenden Fall kann eine schwere Erkrankung folgen. Letztere Erscheinung wird bedingt durch Verschiedenheiten in Menge und Virulenz der Diphtheriebacillen, durch die gleichzeitige Anwesenheit anderer Bacterien und durch individuelle Disposition; diese kann beruhen sowohl auf einer Undurchdringlichkeit oder Schwerdurchdringlichkeit der Schleimhaut als auf der soeben besprochenen Anwesenheit von Antikörpern im Blut.

In den Membranen kommen ausser den Diphtheriebacillen häufig Streptococcen, seltener andere Mikroorganismen vor. Die Erfahrung und das Thierexperiment haben gelehrt, dass sie die Erkrankung durch eine Steigerung der Giftproduction der Löfflerschen Bacillen und durch den Uebertritt der pathogenen Coccen in das Blut ungünstig beeinflussen.

Die Diphtheriebacillen wirken sowohl local, Entzündung erregend und Membranen bildend, als auch allgemein durch das von ihnen erzeugte Toxin.

Die Thierkrankheiten, welche man mit dem Namen Diphtherie belegt hat, haben mit der menschlichen Diphtherie nichts gemein. Letztere kommt bei Thieren spontan nicht vor.

Die Verbreitung der Krankheit. Die Diphtherie, deren Krankheitsbild von Bretonneau (1820) festgelegt worden ist, hat anscheinend erst seit wenig Jahrzehnten in ihrer jetzigen

Bösartigkeit in Mitteleuropa geherrscht. Getrübt wird der Ueberblick durch das Zusammenwerfen von Diphtherie mit Croup oder mit necrotisirenden Processen im Verlauf des Scharlachs und durch die Verwechselung mit Angina follicularis. Die Diagnose „Diphtherie“ muss sich auf die bacteriologische Untersuchung stützen, denn in vielleicht einem Viertel der als Diphtherie angesehenen Fälle fehlt der Bacillus, d. h. es liegt Diphtherie nicht vor.

In der Zeit von 1884 bis 1886 erlagen an Diphtherie und Croup von je 100 000 Bewohnern von Städten der Schweiz 46, Belgiens 52, Schwedens 63, Oesterreichs 80, Italiens 82, Ungarns 99 und Deutschlands 188 Personen. In Deutschland litt in den letzten Jahren am meisten das Königreich Sachsen; für Preussen liegt die am stärksten betroffene Zone zwischen Ems und Oder. Feuchte, nasskalte Witterung, plötzliche Temperaturschwankungen, dunkle, feuchte Wohnungen, grosse Wohndichtigkeit der empfänglichen Individuen und Unreinlichkeit begünstigen die Krankheitsverbreitung. Hauptsächlich disponirt ist das jugendliche Alter. Thursfield sammelte 10 000 Fälle, davon betrafen 9 % Individuen von 0—1 Jahr, 45 % von 2—5 Jahren, 26 % von 6—10 Jahren, 9 % von 10—15 Jahren und 11 % alle übrigen Altersklassen. Siehe auch das Diagramm Seite 443.

Die Infection und ihre Verhütung. Der Diphtherieerreger kann, namentlich weil hauptsächlich Kinder der Infection ausgesetzt sind, ungemein leicht direct von Kranken oder Reconvalescenten auf Gesunde übertragen werden, z. B. durch Küsse, durch Anhusten, durch Anspeien, ferner durch die mit Mundschleim besudelten Hände. Der indirecten Uebertragung stehen gleichfalls die verschiedensten Wege offen. Inficirte Spielsachen, Nahrungsmittel etc. werden in den Mund genommen; der Diphtheriebacillus kann vom Kranken übergehen auf die Ess-, Trink- und Waschgeschirre, auf Wäsche, Kleidungsstücke, Betten, Möbel, auf Wände und Fussboden. Der getrocknete Bacillus gelangt mit dem Staub in die Luft, und die Athmung deponirt ihn auf seinem Lieblingssitz, den Wandungen des Rachens. Seine grosse Widerstandsfähigkeit erklärt das Haften der Krankheit an den einmal inficirten Gegenständen und Oertlichkeiten. Auch die beim Husten entstehenden feinsten Tröpfchen dürften wahrscheinlich eine grosse Rolle bei der Infection spielen.

Prophylaxe.*) Die Vorliebe der Diphtherie für feuchte, Prophylaxe.

*) Nachstehende Massnahmen sind den „Thesen“ des deutschen Diphtherie-Comités auf dem VII. internationalen Congress für Hygiene in Budapest 1894 (Ref.: Löffler) entnommen.

dumpfe, dunkle Wohnungen beruht darauf, dass die feucht gehaltenen Bacillen länger infectionstüchtig bleiben. Für kräftige Lüftung und Belichtung, für gute Reinhaltung der Wohnräume werde daher Sorge getragen. Weil Läsionen der Schleimhäute der ersten Wege das Haften der Diphtheriebacillen zu begünstigen scheinen, so empfiehlt es sich, die Kinder, soweit sie gurgeln können, zu Seuchenzeiten täglich mehrere Male mit aromatischen Wässern oder kräftiger desinficirenden Lösungen gurgeln zu lassen. Ausserdem werde schon von früher Jugend an auf Reinhaltung des Mundes, der Zähne und des Rachens gehalten. Zu Anginen neigende Kinder sind abzuhärten.

Diphtherieverdächtige Fälle sind, wie das in New-York schon seit einigen Jahren geschieht, sofort durch Sachverständige bacteriologisch zu untersuchen. Die Aerzte bezw. die Apotheken erhalten von dem bacteriologischen Institut sterilisirte Reagensröhrchen oder wasserdichte Couverts, worin ein an einem Stäbchen oder Draht befindlicher kleiner Schwamm- oder Wattebausch steckt; das Untersuchungsresultat wird innerhalb 24 Stunden den Aerzten durch Postkarten mitgetheilt. Durch Erlass des Generalstabsarztes der Armee vom 30. 8. 96 ist ein ganz ähnliches Verfahren für die preussische Armee vorgeschrieben.

Jeder Diphtheriefall ist zur Meldung zu bringen und sogleich mit dem Pfleger und dem gesammten zur Pflege erforderlichen Material, z. B. Ess-, Trink-, Waschgeschirr u. s. w. zu isoliren oder, sofern die Isolirung nicht möglich ist, in ein Krankenhaus zu schaffen. Um die Verbreitung der Bacillen durch die Erkrankten zu verhindern, ist die Localaffection sofort mit antiseptischen Mitteln zu behandeln und ausserdem möglichst frühzeitig die Serumtherapie einzuleiten. Auch diejenigen Personen, welche Diphtheriebacillen in Schlund und Nase haben, ohne zu erkranken, sind zu isoliren, bis die locale Behandlung die Bacillen zum Verschwinden gebracht hat.

Die Statistik ergiebt, dass in den Hospitälern Berlins die Mortalität der Diphtheriekranken seit Einführung des Behring'schen Serums von durchschnittlich 35 % auf durchschnittlich 14 % gesunken ist; während früher in den grösseren Städten Deutschlands von 100 000 Einwohner durchschnittlich 106 an Diphtherie starben, ist die Zahl jetzt auf 44 gefallen.

Die Desinfection sei obligatorisch und ist streng durchzuführen; sie hat sich auf den Kranken, das Krankenzimmer und alle von dem Kranken benutzten Gegenstände zu erstrecken.

Sofern sich die Schutzimpfung weiter bewährt, ist es Pflicht, sie an den empfänglichen Personen der Umgebung des Kranken

vorzunehmen. Genesene dürfen nicht früher zum freien Verkehr, also weder zum Spiel mit ihren Altersgenossen noch zur Schule zugelassen werden, als die bacteriologische Untersuchung die Abwesenheit der Bacterien constatirt hat, ein warmes Reinigungsbad genommen ist, und desinficirte oder reine Wäsche und Kleider angelegt worden sind.

Beim Ausbruch von Epidemien sind in öffentlichen Blättern Belehrungen über die Krankheit, über die prophylactischen Massnahmen und den grossen Werth einer raschen Serumbehandlung bekannt zu geben.

In Preussen besteht nach der Verfügung des Ministers vom 1. 4. 84 die Verpflichtung für die Aerzte, über bösartige und epidemisch sich verbreitende Fälle von Diphtherie Anzeige zu machen; es ist schon gesagt worden, dass diese Bestimmung nicht genügt; gerade die sporadischen Fälle sind für die Prophylaxe wichtig.

6) **Die Wundinfectionskrankheiten.**

Durch die Consequenzen, welche aus dem Satz Listers gezogen wurden: eine Wunde heilt ohne jede Störung, sogar ohne jede Eiterung, wenn die Mikroorganismen von ihr ferngehalten werden, ist der Hospitalbrand geschwunden, die Eiterung in nie geahnter Weise beschränkt worden.

Später sah man, dass auch dann, wenn die Lister'schen Verbände nicht alle Mikroorganismen ferngehalten hatten, nicht immer Entzündung oder Eiterung eintraten; man folgerte daraus, dass nur bestimmte Bacterien die Entzündung und Eiterung veranlassten.

Die Eiterungserreger. Am häufigsten findet sich in eiternden Wunden der Staphylococcus pyogenes aureus. Die runden, in Häufchen angeordneten Coccen, welche die gewöhnlichen Anilinfarben leicht annehmen und nach der Gram'schen Methode gut färbbar sind, liegen zwischen oder in den Zellen. Die Reinzucht gelingt leicht; die Coccen wachsen auf Nährgelatineplatten als verflüssigende, körnige, braune Colonien mit unscharfen Rändern. Die gelbe Farbe tritt in den Agar- und Kartoffelculturen gut und rasch zu Tage; letztere zeigen ausserdem den säuerlichen Geruch deutlich.

Der Staphylococcus pyogenes albus stellt eine weisse Varietät dar. Unter fünf Eiterungen sind vielleicht vier durch den aureus, eine durch den albus bedingt. Der Staph. pyog. citreus und flavus sind erheblich seltener als die beiden anderen. Ausser

den Staphylococcen wird der Streptococcus pyogenes recht häufig angetroffen. Im Eiter findet man Reihen von 2—20 und mehr rosenkranzförmig an einander gelagerten, nicht ganz gleichmässigen Coccen. Dieselben wachsen auf Nährgelatine langsam in Gestalt klein bleibender, dunkler, nicht verflüssigender Colonien, auf Agar, auf Blutserum bei Brüttemperatur als dünner, grauer, wenig sich verbreitender Belag.

Die Eitercoccen bilden keine Sporen, sind jedoch ziemlich widerstandsfähig und vertragen das Austrocknen gut; sie sind sehr inconstant in ihrer Giftigkeit.

In einer kleinen Anzahl von Fällen hat man in Abscessen in der Nähe des Afters den sehr üblen Geruch verbreitenden Bacillus pyogenes foetidus gefunden. Vereinzelte Male traf man ein zartes, kleines Stäbchen, den Bacillus pyogenes tenuis, welcher wahrscheinlich mit jenem eigenthümlichen Entzündungserreger, dem Bacillus pneumoniae Fränkel, identisch ist. Neben diesen als specifische Eiterungserreger anzusehenden Mikroben giebt es Organismen, welche unter gewissen günstigen Bedingungen ebenfalls Eiter zu erzeugen vermögen, dazu gehören z. B. der Tuberkel-, Rotz-, Pyocyaneus- und Typhusbacillus, der Colibacillus, der Gonococcus, der Microc. tetragenus und der Actinomyces.

Die Frage, ob die Mikroorganismen die Erreger oder die Begleiter der Eiterung sind, ist durch Experimente zweifellos nach der ersteren Richtung hin entschieden.

Eiterung ohne Mikroben.

Die weitere Frage, ob eine Eiterung ohne Mikroorganismen existirt, ist dahin zu beantworten, dass durch chemische Präparate, z. B. Terpentin, Quecksilber, Krotonöl, Cadaverin etc., eine Auswanderung von Leukocyten und ein Absterben derselben, also Eiterung, bewirkt werden kann, dass aber dieser Eiter nicht fähig ist, Metastasen zu bilden und neue Eiterung hervorzurufen; daher bleibt der Grundsatz „ohne Mikroorganismen keine Eiterung“ für die Praxis bestehen.

Das Erysipel.

Das Erysipel wird gleichfalls durch den Streptococcus pyogenes erzeugt; man kann durch entsprechende Impfung sowohl mit dem sog. Streptococcus pyogenes ein Erysipel, als auch mit dem sog. Streptococcus erysipelatos Eiterung erzeugen, und man beobachtet beim Menschen nicht selten, dass ein Erysipel mit Eiterung und eine Phlegmone mit Erysipel einhergeht. Ob ein Erysipel oder eine Phlegmone entsteht, hängt von den localen Verhältnissen ab.

Wirkung der Eitercoccen. Im Allgemeinen finden

sich die Staphylococcen in den pustulösen Abscessen, Furunkeln etc.; ebenso bedingen sie die Endocarditis ulcerosa und verucosa. Bei den Eiterungen mit progressiver Tendenz und Neigung zu Metastasen und vor Allem bei dem Puerperalfieber ist der Streptococcus hauptsächlich betheiligt. Die Staphylococcen erzeugen ein Gift, welches Eiterung zu erregen und zugleich die weissen Blutkörperchen zum Zerfall zu bringen vermag. Noch weniger wissen wir über das Gift der Streptococcen. Eine Immunisirung gegen die Staphylococcen oder Streptococcenkrankheiten ist bis jetzt noch nicht einmal in ihren Anfängen erreicht. Die Eitercoccen gehen z. Th. im Blut und in den Zellen zu Grunde, z. Th. sollen sie durch den Schweiss und den Urin, sogar bei intacter Niere ausgeschieden werden.

An dieser Stelle dürfte noch eine Wundinfectionskrankheit Erwähnung finden müssen: das Puerperalfieber. Früher hat dasselbe zu gewissen Zeiten und an einzelnen Orten mehr als 10 % der Wöchnerinnen hinweggerafft, jetzt ist die Sterblichkeit, sogar in den Anstalten, auf weniger als 1 %, ja bis 0,1 % gesunken. Auffällig war, dass das Kindbettfieber in den Gebäranstalten und in den Städten viel verbreiteter war als auf dem Lande. Semmelweiss gab den Grund dafür an, indem er behauptete (1847), dass die Krankheit durch das Heil- und Pflegepersonal auf die Wöchnerinnen übertragen würde. Seine anfänglich verhöhnte Lehre hat sich als richtig erwiesen. Die Erreger der Eiterung, die Streptococcen, können durch die untersuchenden Finger oder durch die Instrumente in den wunden Uterus oder in Verletzungen der Scheide hineingebracht werden. Das dort befindliche lockere Gewebe gewährt die günstigsten Bedingungen für die Entwickelung der eingeführten Mikroben, und so kommt es leicht zu einer Entzündung und Eiterung in und um den Uterus, welchen nicht selten die Allgemeininfection folgt.

Zuweilen, anscheinend unter anormalen Verhältnissen, finden sich auch in der Scheide Schwangerer die Streptococcen der Eiterung in mehr oder minder hoher Virulenz, welche sich übrigens in kürzester Zeit ändern kann. Im Allgemeinen soll jedoch die Vagina eine bactericide Wirkung auf die Eiterungserreger ausüben.

Sämmtliche Gynäkologen sind nun darüber einig, dass sowohl eine gründliche Reinigung und Desinfection der Hände (nach Fürbringer's Methode) als auch der Oberschenkel, des Unterleibes und der äusseren Geschlechtstheile der Frau stattfinden muss, dahingegen sind die Meinungen über die Behandlung der Scheide vor der Geburt getheilt. Die Einen, welche die Anwesenheit

von Streptococcen in der Scheide und damit die sog. Autoinfection fürchten, desinficiren die Geburtswege. Das geschieht am besten durch ein manuelles Auswaschen der Scheide unter möglichster Glättung der Falten bei reichlicher Anwendung einer desinficirenden Flüssigkeit. Blosses Ausspülen hat keinen Werth.

Die Anderen vertrauen der bactericiden Kraft des Scheidenschleimes und Epithels und desinficiren nicht; dafür aber untersuchen sie nur im Nothfall innerlich, und lassen der natürlichen Entwickelung möglichst freien Lauf.

Nach beiden Methoden sind vorzügliche Erfolge erzielt worden.

Will man die Hebammen, weil sie sich gewöhnlich doch nur mangelhaft desinficiren und daher möglicherweise Schaden anrichten können, mit den prophylactischen Auswaschungen nicht betrauen, so ordne man zum Ausgleich an, dass sie nicht innerlich untersuchen; dafür müssen sie in der äusseren Untersuchung gut vorgebildet sein und verpflichtet werden, bei zweifelhaften Fällen sofort den Arzt zu befragen.

Sämmtliche Staaten haben zur Verhinderung des Puerperalfiebers, welches immer noch bedeutende Verluste veranlasst, Instructionen erlassen. Der Erlass des preussischen Ministers vom 22./11. 86 enthält in seiner „Anweisung für die Hebammen zur Verhütung des Kindbettfiebers“ sehr klare und detaillirte Vorschriften.

7) Die Pest.

Die Beulenpest hat im Alterthum, besonders aber im Mittelalter, in der schrecklichsten Weise gewüthet, und wohl keine Krankheit hat auf ihren Zügen mehr Opfer gefordert als diese. Am Ende des vorigen und im Anfang dieses Jahrhunderts verschwand sie aus Europa. 1878 trat sie in Astrachan wieder auf, wurde jedoch zum Verschwinden gebracht. 1894 brach die Krankheit in Südchina aus, griff von dort auf Indien über und ist zur Zeit noch nicht erloschen. Pestherde bestehen seit alter Zeit in Assur, Südpersien, Mesopotamien, dem südlichen China, und wie R. Koch nachgewiesen hat, in Afrika, in Uganda. Die

Bacillus. Krankheit wird erzeugt durch einen kurzen Bacillus ($1\,\mu : 3\,\mu$) mit abgerundeten Ecken, der sich nicht nach der Gram'schen Methode, aber leicht mit Anilinfarben färbt, wobei oft die Mitte hell bleibt. Der Bacillus ist unbeweglich, bildet keine Sporen, er wächst leicht auf den üblichen Nährböden und bildet auf Gelatine grau-weisse Kolonien, die bei 100facher Vergrösserung in

der Jugend und später am Rande stark lichtbrechend sind und aussehen, als beständen sie aus zerstossenem Glase. Die Mitte ist dunkel. In Bouillon entsteht keine Trübung, sondern ein krümeliger, flockiger Niederschlag. Die Widerstandsfähigkeit des Pestbacillus ist gering; das Austrocknen verträgt er nur wenige Tage. Erwärmung auf 60° tödtet ihn in 10 Minuten, Sonnenlicht in 1 Stunde; Desinficientien widersteht er nicht besser als der Cholerabacillus. Der Bacillus ist für Thiere pathogen, am empfänglichsten sind eine Affenart (Semnopithecus entellus) und Ratten, auch können Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen, Hühner, vielleicht auch Hunde, Schweine, Schafe und Rinder inficirt werden.

Die Erkrankung. Die Infection des Menschen findet am häufigsten statt von kleinen Wunden aus. Die nächste Folge sind Schwellung und Vereiterung der regionären Lymphdrüsen. Da die nackten Füsse am meisten den Verletzungen ausgesetzt sind, so sind die Inguinalbubonen am häufigsten, die Affection verläuft dabei zunächst unter starkem Krankheitsgefühl und hohem Fieber. Neben den lokalen Symptomen macht sich die Giftwirkung geltend; die schlimmsten Symptome sind die Herzschwäche und Blutungen in die Organe hinein. Wenn die Bacillen aus den afficirten Drüsen, wo sie gewöhnlich in Unzahl zu finden sind, in grösseren Mengen in das Blut übergehen, so spricht man von einer Pestsepticaemie. Nicht selten ist die Lunge der Sitz der Primäraffection, Pestpneumonie; dieselbe verläuft unter den Symptomen der gewöhnlichen Lungenentzündung, jedoch meistens mit von vornherein sehr bedrohlichen Allgemeinerscheinungen; man nimmt an, dass sie durch Inhalation von Pestbacillen hervorgerufen werde. Es scheint auch, als ob die Bacillen vom Magendarmkanal aufgenommen werden können.

Die Prognose ist schlecht, im Durchschnitt sterben gegen 60 % der Erkrankten, von den Septicaemischen wohl alle, von den Pneumonikern über 75 %.

Die Krankheit befällt hauptsächlich die arme, unter schlechten hygienischen Bedingungen lebende Bevölkerung, während die besser situirten Personen selten befallen werden. Mangelnde Reinlichkeit, Verwahrlosung des Körpers sind die wichtigsten Hülfsmomente.

Prophylaxe. Die prophylactischen Massnahmen haben sich zunächst auf Reinlichkeit und Hautpflege zu erstrecken, damit sowohl die Menge der Bacillen als die Menge der Eintrittsstellen so gering wie möglich werde; dann ist eine in jeder Weise geregelte Lebensweise zu verlangen, um der Inhalation und der Aufnahme

der Infectionserreger durch den Verdauungskanal entgegenzutreten, und ferner ist dem häuslichen Ungeziefer, den Ratten und Mäusen, und weiter auch den Wanzen und Flöhen der Krieg bis zur Vernichtung zu erklären, weil sie die Krankheitskeime — wenigstens was die Ratten angeht — erwiesenermassen verschleppen können. Die allgemeinen gesetzlichen Vorschriften siehe S. 383.

Inwieweit active und passive Pestschutzimpfungen Erfolg haben werden, lässt sich bis jetzt noch nicht übersehen; nach beiden Richtungen sind Anfänge vorhanden, die Aussicht auf Erfolg bieten.

Man darf wohl mit Sicherheit annehmen, dass bei wirklichen Kulturvölkern die Pest nicht wieder solche Verheerungen anrichten wird, wie sie das in früherer Zeit gethan hat.

8. Die venerischen Erkrankungen.

Tripper.

Die Erreger der Erkrankungen. Von Neisser wurden im Trippereiter Coccen erkannt, welche, zu zweien zusammenliegend und an der einen Seite leicht abgeplattet, eine „Semmelform" darstellen. Meistens finden sie sich in grösseren oder kleineren Häufchen um die Kerne gelagert in dem Plasma der Zellen, welche sie zuletzt zerstören. Wie die unbeweglichen Mikroben in die Zellen hineingelangen, ist noch nicht klar. Sie färben sich in der gewöhnlichen Weise mit Anilinfarben, aber nicht nach der Gram'schen Methode; die Züchtung gelingt bei Brüttemperatur auf menschlichem Blutserum, welches zur Hälfte oder zu zwei Dritteln mit gewöhnlichem flüssig gemachten Nähragar gemischt ist, oder auf einem Agar, welchem nach seiner Verflüssigung Nutrose (Caseinnatriumphosphat) mit Schweineserum gemischt und gekocht zugegeben worden ist. In 2 bis 3 Tagen haben die tiefliegenden Colonien eine Brombeerenform angenommen; die oberflächlich liegenden bilden graue, schleierartige Beläge.

Von anderen, ebenfalls in der Urethra befindlichen semmelförmigen, nicht pathogenen Coccen unterscheiden sie sich hauptsächlich durch ihre Lagerung in den Zellen, die Nichtannahme der Gram'schen Färbung, das Wachsen auf den eben angegebenen und das Nichtwachsen auf den gewöhnlichen Nährböden.

Die Injection einer Reincultur in die Harnröhre eines Menschen erzeugte Gonorrhöe, womit der Beweis der Causalität erbracht war.

Die Gonococcen finden sich nicht nur in der Urethra, Con-

junctiva, Urinblase, Cervix uteri und Rectum, sondern auch in den Adnexen des Uterus, Salpinx und Ovarium, nicht selten Sterilität und schwere chronische Sexualleiden hervorrufend, sowie in den Gelenken bei Tripperrheumatismus.

Der Erreger des Chankers ist von Ducrey, Krefting, Petersen, Unna und Anderen als ein kurzes, dickes Stäbchen mit abgerundeten Ecken, welches oft in 8-Form erscheint, beschrieben worden. Die Bacillen liegen in den Zellen vielfach in kleinen Gruppen um den Kern herum, ausserhalb der Eiterzellen liegen sie einzeln, und im Gewebe finden sie sich in Zügen angeordnet zwischen den Zellen in den Lymphspalten. Sie färben sich mit einer Farbflüssigkeit, die zusammengesetzt ist aus 24 ccm einer gesättigten wässerigen Methylenblaulösung, 40 ccm Wasser und 16 ccm 5 % Boraxlösung. Culturen schlugen bisher fehl. Chanker.

Bei der Syphilis hat zuerst Lustgarten in den Zellen tiefliegender Gummiknoten ganz vereinzelte eigenartige Stäbchen nachgewiesen. Dieselben sind lang, dünn und etwas gebogen. Ihre Färbung gelingt durch besondere, von Lustgarten, Gottstein und Giacomi angegebene Methoden. Gegen die ätiologische Bedeutung der Bacillen lässt sich geltend machen, dass sie von einer grösseren Anzahl erfahrener Forscher trotz emsigen Suchens nicht gefunden worden sind; dann haben Alvarez und Tavel im smegma praeputiale und vulvare ganz gesunder Personen regelmässig Bacillen gefunden, welche sich von den Lustgarten'schen nicht unterscheiden; die Züchtungsversuche sind bei beiden Arten völlig resultatlos verlaufen; da kein Thier für Syphilis empfänglich ist, so versagt die Impfung. Der allgemeinen Annahme nach haben die Lustgarten'schen Bacillen mit der Lues nichts zu thun. Syphilis.

Die Verbreitung der syphilitischen Erkrankungen über die Erde ist eine allgemeine. Ausgesprochene Empfänglichkeitsunterschiede bei den verschiedenen Menschenrassen sind nicht vorhanden. Vielfach wird behauptet, in einzelnen Ländern sei das Syphilisvirus bösartiger als in anderen. Diese Auffassung ist irrig; wohl kommen in einigen Gegenden viele bösartige Formen vor; das liegt aber nicht an der Syphilis, sondern an der mangelhaften Behandlung der Krankheit; das Virus ist ein einheitliches. Dagegen besteht bis zu einem gewissen Grade eine individuelle Disposition für die venerischen Erkrankungen.

Die Infectionen erfolgen fast nur durch directe Uebertragung; in den seltensten Fällen werden sie durch Gegenstände übermittelt, welche mit einem Erkrankten in Berührung waren. Directe Infection.

Erblichkeit. Die Syphilis kann sowohl vom Vater als auch von der Mutter auf die Frucht übergehen.

Die Prostitution aus der Welt zu schaffen oder zu unterdrücken, ist unmöglich; dahingegen vermag ihre sorgsame Ueberwachung die Verbreitung der venerischen Krankheiten einzuschränken. Die Prostituirten wohnen entweder in besonderen Häusern, Bordellen, zusammen, oder sie wohnen zwischen der übrigen Bevölkerung in frei gewählten Micthswohnungen. Dort, wo eine geregelte Bordellwirthschaft mit obligatorischer ärztlicher Untersuchung und Hospitalzwang besteht, kommen die wenigsten syphilitischen Infectionen vor. Die Zahl der Tripper wird hingegen weniger herabgemindert, weil die Gonorrhöe dem untersuchenden Arzt leichter verborgen werden kann, selbst wenn er, was unbedingt gefordert werden muss, mikroskopisch untersucht.

Es wäre zu wünschen, dass solche Männer, welche wissen, dass sie geschlechtskrank sind, und trotzdem den Coitus ausüben, dem strafenden Gesetz anheimfielen; dahingegen sollten venerisch Kranke nicht der Wohlthat des Krankenkassengesetzes verlustig gehen, weil sie sonst zu ihrem eigenen und fremden Schaden die Krankheit solange verheimlichen, als sie können.

Die Prophylaxe soll sich zunächst auf die Belehrung erstrecken. Die geschlechtsreife Jugend ist auf die schlimmen Folgen des unerlaubten Geschlechtsverkehrs aufmerksam zu machen unter Kundgabe der Affectionen, welche häufig erst später entstehen, z. B. Paralyse, Sterilität, Infection der gesunden Frau und daraus entstehende chronische Sexualleiden u. s. w. Man darf annehmen, dass hier und da die Waschung mit schwachen Desinficientien die nach verdächtigem Coitus anhaftenden Krankheitserreger entfernt oder tödtet.

9) Zoonosen.

Von den Thierkrankheiten gehen einige nicht selten auf den Menschen über.

1) Der **Milzbrand** wird erregt durch grosse, kräftige Bacillen mit scharfen Ecken. Die Stäbchen sind oft in Fäden vereinigt. Im Alter oder bei schlechter Ernährung verlieren sie die Form, schwellen knollig an und färben sich weniger gut, während sie sonst die gewöhnlichen Anilinfarben leicht annehmen.

Wachsthum. Auf der Gelatineplatte entstehen verflüssigende Colonien mit im Centrum wirren, am Rande regelmässiger gewellten Fäden. Auf Agar, Blutserum und Kartoffeln wachsen grauweisse, wie

mit feinen Bälkchen durchzogene Massen. Die Bacillen sind unbeweglich und bilden bei einer Temperatur von mindestens 18° endogene, sehr widerstandsfähige Sporen. Die Milzbrandbacillen sterben bei einer Temperatur von 60° ab, die Sporen vertragen die Einwirkung des Wasserdampfes von 100° ungefähr 5 Minuten lang. Sporenloser Milzbrand geht in Kochsalzlösung (Einpökeln) schon in wenig Stunden zu Grunde, sporenhaltiger bleibt Monate lang lebendig. Im faulenden Leichnam waren längstens nach 18 Tagen die Bacillen abgestorben, während künstlich eingebrachte Sporen noch lebendig waren.

Infection.

Die Infection findet statt: 1) von Wunden aus; auf diese Weise ensteht beim Menschen der Anthraxcarbunkel; auch durch Insectenstiche kann Milzbrand übertragen werden; 2) vom Darm aus; die Bacillen werden unter normalen Verhältnissen im Magen verdaut, die Sporen jedoch passiren ihn und wachsen im Darm zu Bacillen aus; dort lockern sie das Epithel und schieben sich beim weiteren Wachsen bis in die Lymph- oder Blutbahnen vor, womit die Allgemeininfection eingeleitet ist; 3) von den Lungen aus; während die Sporen ohne Reaction in das Gewebe dringen, dort auskeimen und die tödtliche Erkrankung erzeugen, bewirken nach den Untersuchungen Buchners die Bacillen eine reactive Entzündung, bei welcher sie in vielen Fällen zu Grunde gehen. Der Lungenmilzbrand tritt unter dem Bilde der Hadern- oder Wollsortirer-Krankheit auf. (Siehe Seite 326.)

Art der Wirkung.

In der Milzbrandleiche finden sich die Stäbchen in den Capillaren in ungeheurer Zahl. Jedoch ist nicht ihre Masse, sondern ausgeschiedenes Toxalbumin das schädigende Agens.

Gesehen wurde der Milzbrandbacillus zuerst von Pollender, dann von Brauell; die Aetiologie der Affection wurde ausser von anderen Forschern hauptsächlich von Pasteur und von R. Koch studirt.

Verbreitung.

Der Milzbrand ist anscheinend über die ganze Erde verbreitet, doch sind einige Gegenden stärker heimgesucht als andere. Nach den Untersuchungen Kochs darf man annehmen, dass der Milzbrandbacillus hauptsächlich als Saprophyt lebt und nur bei Gelegenheit auf das Thier und von da auf den Menschen übergeht. Am meisten gefährdet sind solche Leute, welche mit milzbrandigen Thieren oder Cadavern zu thun haben.

Pasteur züchtete Milzbrandbacillen etwa 3 Wochen lang in Kalbsbouillon bei 42—43° und erhielt so eine Kultur, welche kaum virulent war (premier vaccin); ein etwas virulenterer Milzbrand wurde erhalten, wenn die Bacillen ungefähr 9 Tage bei

der angegebenen Temperatur wachsen (deuxième vaccin). Impfte Pasteur Hammel mit dem premier vaccin und nach etwa 14 Tagen mit dem deuxième vaccin, so trat wohl Unbehagen, verminderte Fresslust, Schmerz und Schwellung an der Injectionsstelle, sowie Fieber auf, jedoch verschwanden die Symptome in kürzester Zeit, und die so geimpften Thiere waren gegen spätere Milzbrandimpfungen immun.

Schutz-impfung. Die Schutzimpfung der Schafe empfiehlt sich dort, wo die Sterblichkeit 1 % übersteigt, weil ungefähr 0,5—1 % der Thiere der Impfung selbst erliegen. Die Impfverluste beim Rindvieh sind erheblich geringer; der Impfschutz scheint nicht viel länger als ein Jahr zu währen. Prädisponirt für den Milzbrand sind in erster Linie die Schafe, dann die Rinder, Rehe, Hirsche etc.

Pro-phylaxe. Die zur Verhütung der Affection bei Menschen und Thieren erforderlichen Vorsichtsmassregeln sind niedergelegt in dem „Reichs-Viehseuchengesetz" vom 23. 6. 80. Danach ist jeder Verkauf oder Verbrauch einzelner Theile oder der Producte von milzbrandkranken oder -verdächtigen Thieren verboten; die Personen, welche mit Milzbrandthieren umzugehen haben, sind zu warnen. Blut, Koth etc. von kranken Thieren sind tief zu verscharren, die Cadaver nach kreuzweiser Durchschneidung der Haut 1,5 m tief zu begraben oder auf chemischem Wege zu zerstören. Der Stall und die Utensilien, welche mit den erkrankten Thieren in Berührung waren, müssen gründlich desinficirt werden. Gebrauchte Verbandstücke, inficirte Kleidungsstücke sind zu verbrennen.

Rotz-bacillen. 2) Der **Rotz.** Der Erreger des Rotzes ist ein schlanker, von Löffler gefundener Bacillus. Er wächst bei höherer Temperatur als 25° leicht auf Nähragar und auf Blutserum als eine graugelbliche, feucht glänzende Schicht; auf Kartoffeln bildet er einen braungelben bis braunrothen Belag. Die Färbung gelingt am besten mit Carbolfuchsin und Entfärbung in leicht angesäuertem Wasser. Die Rotzbacillen sind im Gewebe meistens schwer aufzufinden, sie liegen vereinzelt zwischen, oder in kleinen Häufchen in den Zellen. Die Bacillen sind unbeweglich und bilden keine Sporen.

Zum sicheren Nachweis dient die intraperitoneale Impfung von Feld-, Wald- oder Wühlmäusen, welche in wenigen Tagen sterben, und von Meerschweinchen, welche unter starker Schwellung der Lymphdrüsen und der Testikel nach einigen Wochen eingehen. Pathologisch-anatomisch ist die Bildung der Knötchen und ihr Zerfall von besonderem Interesse. Der Rotz kommt

hauptsächlich vor bei den Einhufern, dann bei den Ziegen, Schafen, den Arten des Katzengeschlechtes und den Nagern; Hausmäuse und weisse Mäuse sind jedoch unempfänglich.

Die Bacillen werden durch die Athmung aufgenommen oder dringen von Wunden aus in den Körper ein. Die nicht seltene Erkrankung der Menagerie-Raubthiere, welche das Fleisch gefallener Pferde zu fressen bekommen, spricht für die Infection vom Darmkanal aus; ob dazu immer kleine Wunden nothwendig sind, oder ob die Bacillen das unversehrte Epithel durchwachsen, ist zweifelhaft.

Aus Rotzculturen hat man das Malleïn, ein Proteïn der Rotzbacillen, hergestellt, auf dessen Injection rotzkranke Thiere mit Fieber reagiren; es ist daher für diagnostische Zwecke, ähnlich wie das Tuberkulin, von grosser Bedeutung. Die Massnahmen gegen die Ausbreitung des Rotzes sind in dem Viehseuchengesetz enthalten: Tödtung der erkrankten, Stallsperre der verdächtigen Thiere, gründlichste Desinfection des Stalles, Verbrennung des Holzwerkes, des Geschirres, Entfernung des Kalkputzes etc. Die Besitzer und Wärter der kranken und verdächtigen Thiere sind auf die Infectionsgefahr aufmerksam zu machen, und Personen, welche Wunden an den Händen und anderen unbedeckten Körpertheilen haben, dürfen zur Wartung erkrankter Thiere nicht verwendet werden. In zweifelhaften Fällen von Rotz bei Thier oder Mensch thut die Impfung von Feld-, Wald- oder Wühlmäusen oder von Meerschweinchen zur Klarlegung der Diagnose gute Dienste.

Prophylaxe.

3) Die **Perlsucht** ist bereits bei der menschlichen Tuberkulose abgehandelt worden.

4) Auch über die **Lyssa** ist bereits gesprochen (Seite 388); hier sei nachgetragen, dass Fälle von Lyssa beim Menschen in Deutschland selten sind; in der letzten Zeit kamen jährlich durchschnittlich etwa 5 Fälle zur Anzeige. Die Krankheit tritt fast nur in den Grenzbezirken auf. Maulkorbzwang und hohe Hundesteuer sind die beste Prophylaxe.

In zweifelhaften Fällen vermag die subdurale Impfung von Kaninchen Aufklärung zu geben. Als therapeutische Massnahme kommt einzig und allein die Pasteur'sche Impfung in Frage. Die in jedem einzelnen Falle möglichst sofort nach dem Biss vorzunehmende *intensive* Desinfection der Wunde hat nur bedingten Werth, sie vermag jedoch den Ausbruch der Krankheit hinauszuschieben und gewinnt Zeit für die Einleitung der Impfkur. Je zahlreicher und ausgiebiger die Bisse sind, je näher sie

dem Centralnervensystem sitzen (Kopf, Hände, Rumpf, Füsse), um so bedeutender ist die Gefahr. — Mit dem Koch'schen Institut für Infectionskrankeiten in Berlin ist eine Abtheilung für die Tollwuthimpfung verbunden.

10) Durch Protozoen erzeugte Krankheiten.

Bei einer Reihe von Infectionskrankheiten sind die Erreger noch unbekannt. Wahrscheinlich gehört eine Anzahl derselben nicht den Bacterien, sondern einer anderen Klasse von Lebewesen, den Protozoen, an. Zu diesen rechnet Leuckart die Infusorien, die Sporozoen und die Sarcodinen.

Infusorien. Zu der ersen Gruppe zählen die Flagellaten; man begegnet denselben hier und da bei chronischen Diarrhöen, bei Fluor albus inveteratus oder bei Stomatitis ulcerosa, jedoch darf man annehmen, dass sie dort als Saprophyten hausen. L. Pfeiffer führt eine Art von Diphtherie bei Tauben auf Flagellaten als ihre Ursache zurück, eine Annahme, welcher von Babes widersprochen wird.

Sporozoen. Unter den Sporozoenthierchen giebt es eine grössere Zahl für den Wirth gefährlicher Parasiten. Dazu zählt z. B. das Coccidium oviforme, welches in den Epithelien der Gallengänge des Kaninchens haust. In den Blutkörperchen vieler Kaltblüter und mancher Vögel finden sich Coccidien. Zu den Mikrosporidien gehört eine zuerst von Pasteur bei den Seidenraupen gefundene und näher beschriebene Sporozoe, welche die verderbliche Pebrinekrankheit der Seidenraupen erzeugt. Myxosporidien kommen im Fischfleisch nicht selten vor. Zu den Sarcosporidien rechnet man die allbekannten Miescher'schen Schläuche des Schweinefleisches (Fig. 42, S. 132).

Sarcodinen. Unter den drei Hauptarten der Sarcodethierchen, den Radiolarien, Heliozoen und Rhizopoden, interessiren den Arzt zur Zeit hauptsächlich die letzteren, da sich unter ihnen Krankheitserreger finden, welchen jährlich Tausende von Menschen zum Opfer fallen.

Litteratur: L. Pfeiffer, Die Protozoen als Krankheitserreger, Jena 1892. — L. Pfeiffer, Die Zellerkrankungen, Jena 1895. — Flügge, Mikroorganismen 1896. — v. Wasielewski, Sporozoenkunde, Jena 1896.

Die tropische oder endemische **Dysenterie** beruht auf Amöben. Bei Durchfällen sind Amöben (amoeba coli) zuerst von Loesch und nach ihm von vielen anderen gefunden worden; ob sie die Erreger der Diarrhöen sind, steht dahin.

Morphologisch von ihnen nicht unterscheidbare Amöben wies

Kartulis in 150 Fällen von tropischer Ruhr nach und sprach dieselben als die Erreger der Ruhr an, als er sie in vielen Fällen anderer Krankheiten nicht fand.

Die Amöben. Die Amöben bestehen aus einem matten, structurlosen Ectoplasma und einem stärker lichtbrechenden mit ihm eng verbundenen schleimigen Endoplasma, welches Körnchen und Fremdkörper, z. B. rothe Blutkörperchen, Bacterien u. s. w., einen ziemlich grossen Kern und einige Vacuolen enthält. Die Amöben färben sich nur wenig mit Anilinfarben. Ihre Bewegungen lassen sich in den Schleimpfröpfchen aus frischem Stuhl auf dem erwärmten Objecttisch gut erkennen; ihr Durchmesser schwankt zwischen 10 μ (Grösse eines weissen Blutkörperchens) und 30 μ. Der Sitz der Amöben ist die Basis des Geschwürs und die Submucosa an seinem Rande; für Katzen sind die Organismen pathogen. Man darf mit Wahrscheinlichkeit die Amöben als die Erreger der Dysenterie ansehen. Wieweit die Eitercoccen, die man in den Geschwüren und in den nach Dysenterie nicht seltenen Leberabscessen findet, den Process beeinflussen, ist nicht völlig ausgemacht. Ebensowenig weiss man, wie die Amöben in den Darm eindringen, und warum sie gerade in seinem untersten Theil ihren Wohnsitz aufschlagen.

Ob die einheimische, sog. epidemische Ruhr gleichfalls auf Amöben beruht, ist zweifelhaft; anscheinend thut sie das nicht.

Verbreitung und Prophylaxe. Die Dysenterie ist über die ganze Erde verbreitet, sie tritt aber in den tropischen und subtropischen Gegenden bösartiger auf. Der Sommer und der Anfang des Herbstes sind die bevorzugten Jahreszeiten. Im Jahre 1870/71 verlor das deutsche Heer durch die Ruhr 2000 Mann. In den letzten Jahren ist die Krankheit in Deutschland sehr selten geworden.

Ueber die Aetiologie der en- wie epidemischen Ruhr weiss man wenig; es ist anzunehmen, dass die Erreger mit dem Trinkwaser oder den Nahrungsmitteln aufgenommen werden. Da die Amöben in den Entleerungen enthalten sind, so müssen diese unschädlich gemacht, also desinficirt oder vergraben werden. Der allgemeinen Annahme nach sollen Verdauungsstörungen, Darmcatarrhe, mögen sie auf „Erkältung“ oder auf Einführung nicht geeigneter Nährmaterialien beruhen, prädisponirend wirken; sie sind daher möglichst zu vermeiden; bei bestehenden Darmcatarrhen ist frühzeitig ärztliche Pflege herbeizuziehen. Im Uebrigen sind die persönlichen prophylactischen Massnahmen ähnlich wie bei Cholera und Typhus.

Litteratur: Kartulis, Zur Aetiologie der Dysenterie in Egypten. Virch. Archiv 105 u. 118, sowie Centr. f. Bacter. Bd. 2, 7, 9. — Kruse und Pasquale, Untersuchungen über Dysenterie und Leberabscess. Zeitschrift f. Hyg. u. Inf. 16, S. 1.

Die **Malaria.** Die Malaria wird ebenfalls durch Protozoen erzeugt. Laveran sah zuerst (1880) und nach ihm Richard eigenthümliche Gebilde im Blut von Malariakranken. Italienische Forscher, in erster Linie Marchiafava und Celli, Golgi und Andere, bestätigten und vervollständigten die Entdeckung; in den letzten Jahren haben wir von R. Koch wichtige Mittheilungen, insonderlich über die tropische Malaria erhalten.

Die Amöben.

Untersucht man frisches Blut von Malariakranken aus gemässigten Breiten, so sieht man in einer mehr oder weniger grossen Zahl rother Blutkörperchen zunächst helle, pigmentlose, sich bewegende, unregelmässige Scheiben. Dieselben wachsen allmählich bis zur Hälfte oder zu zwei Dritteln der rothen Blutkörperchen an, nehmen das Hämoglobin in sich auf, welches sich, in Melanin verwandelt, in kleinen Krümeln in dem Protozoenleibe ablagert. Darauf beginnen die Protozoen vom Rande her zu segmentiren, so dass eine Gänseblümchenform entsteht (Sporulation). Das Melanin liegt dann in einem Häufchen in der Mitte zwischen den einzelnen Segmenten. Diese runden sich ab und fallen zuletzt aus dem zu Grunde gegangenen Blutkörperchen aus. Im Blut leben sie nur eine sehr kurze Zeit frei, dringen vielmehr rasch wieder in rothe Blutzellen ein und entwickeln sich wie vorstehend angegeben.

Bei der tropischen Malaria sind die Amöben ringförmig gestaltet, mit einer knotenförmigen Verdickung. Der ausgewachsene Organismus besitzt einen Durchmesser, welcher $^1/_3$ so gross ist als der des rothen Blutkörperchens und trägt an der dem Knoten gegenüberliegenden Seite eine mondsichelförmige Anschwellung, Siegelringform; das Pigment findet sich zunächst nicht in dickeren Körnchen, sondern in feinster Vertheilung. Im Uebrigen ist die Entwicklung wie bei der heimischen Malaria. Die Zahl der Malariaprotozoen ist sehr wechselnd, in leichteren Fällen muss man mehrere Gesichtsfelder durchsuchen, um eines zu finden. Zuweilen sieht man statt der gewöhnlichen Parasiten halbmondförmige Körper im Blut, deren Bedeutung noch nicht ganz klar ist.

Man entnimmt zur Untersuchung ein Tröpfchen Blut, am besten dicht vor dem Anfall, und untersucht im gewöhnlichen, ungefärbten, sehr dünn ausgestrichenen Deckglaspräparat, oder man färbt nach vorheriger Fixation durch Hitze oder absoluten Alkohol mit einer Farbflüssigkeit,

welche in 100 Theilen enthält: 60 Theile conc. wäss. Methylenblaulösung, 20 Theile einer 0,5 % Eosinlösung in 75 % Alkohol, 40 Theile Wasser, dem 12 Tropfen einer 20 % Kalilauge zugesetzt worden sind.

Der Entwickelung einer Generation entspricht ein Fieberanfall. Dieser beginnt mit dem Eintritt der Sporulation. Nach den Angaben Bacceli's sollen sich bei der Sporulation besondere fiebererzeugende Substanzen in das Blut ergiessen, nach Koch's Auffassung soll das Fieber entstehen durch die Bestandtheile der absterbenden Parasiten und der darin vorhandenen giftigen Stoffwechselproducte. Aetiologische Bedeutung.

Beide Forscher fassen also das Fieber als eine Intoxicationserscheinung auf. Wird der Entwickelungsgang einer Generation in 3 Tagen vollendet, so tritt das Fieber als quartana, wird er in 2 Tagen vollendet, was das häufigste und bei der tropischen Malaria (Koch) die Regel ist, als tertiana, und wird er in einem Tage beendet, als quotidiana auf. Letztere Erkrankung wird oft dadurch vorgetäuscht, dass 2 Gruppen von Tertianparasiten im Körper vegetiren, die abwechselnd einen um den andern Tag sporuliren.

Neben diesen Krankheitsformen der Intermittens unterscheidet man noch die Remittens und die continua. Die allgemeine Annahme ist, dass diese Formen nichts anderes seien als eine unregelmässig verlaufende z. B. auf mehreren Generationen von Malariaamöben beruhende Intermittens. Diese Auffassung ist zweifellos für viele Fälle richtig, man sieht oft, wie die Continua und Remittens bei regelrechter Behandlung in eine Intermittens übergehen; aber ebenso zweifellos tritt ein Uebergang der einen Affection in die andere oft nicht ein. Ja, es giebt Bezirke*), wo überhaupt keine Intermittens vorkommt, wo nur die Remittens heimisch ist, wie andererseits bekannt ist, dass vielfach nur Intermittens ohne Remittens auftritt. Die specifische Wirkung des Chinins gegen die Intermittens, seine vollständige Wirkungslosigkeit gegen viele Remittenten bezw. Continuae spricht gleichfalls gegen die Einheitlichkeit der „Malaria“-Krankheiten. Was zur Zeit „Malaria“ genannt wird, dürfte eine Summe von Krankheiten sein, wie das vor 50 Jahren der „Typhus“ auch war, und wir werden wahrscheinlichst dazu kommen, die erwähnten Erkrankungen aus dem Begriff Malaria ganz ausscheiden zu müssen. Das berüchtigte, ebenfalls als Malaria aufgefasste „Schwarz- Die verschiedenen Formen der Malaria.

---

*) Verfasser kennt aus eigener Erfahrung derartige Bezirke an der chinesichen Küste.

wasserfieber“ ist bereits in der Hauptsache als eine Chininintoxication erkannt worden (Koch, Plehn).

Thiere leiden nicht an Malaria, und es ist die Ueberimpfung der Krankheit durch Menschenblut auf Thiere bis jetzt niemals gelungen, ebensowenig, wie die Uebertragung von Vogelhämatozoen auf Menschen Erfolge gehabt hat. Ob es eine Immunität gegen Malaria giebt, ist noch zweifelhaft, Koch glaubt sie annehmen zu müssen. Die Incubation dauert, wie die Impfungen an Menschen und die Beobachtungen geeigneter Fälle lehren, über 10—12 Tage.

Malaria und Boden. Die Abhängigkeit der Malaria vom Boden ist Seite 106 ausführlich erörtert. Man weiss nicht, wie die Malariaerreger aus dem Boden heraus und in den Menschen hinein gelangen. Die häufige Erkrankung von Erdarbeitern lässt sich vielleicht zurückführen auf das Einbringen kleiner Erdpartikelchen in den Mund durch irgend welchen Zufall, z. B. bei der Nahrungsaufnahme; auch den Wassergenuss hat man hier und da beschuldigt. Eine Vermittelung durch die Luft wird allgemein angenommen; die Bodenluft kann indessen ebensowenig Protozoen als Bacterien mit sich führen, und der Wind vermag Partikel von feuchter Oberfläche nicht loszureissen. Man nimmt daher schon lange von mancher Seite an, und ganz neuerdings ist R. Koch sehr energisch für diesen Vermittelungsmodus, den er als den hauptsächlichsten bezeichnet, eingetreten, dass Insecten, Mücken, Mosquitos die Vermittler seien.

Prophylaxe. Die Prophylaxe bezieht sich zunächst wieder auf Unschädlichmachung der Krankheitserreger. Sowohl durch Inundation malariareichen Terrains, als auch durch seine Trockenlegung sind gute Erfolge erzielt worden.

An vielen Orten, z. B. in Wilhelmshaven, hat die Ueberschüttung des die Protozoen der Malaria bergenden Bodens mit reinem Sand die Affection zum Schwinden gebracht. Auch regelrechter Anbau einer Localität ist meistens von dem gleichen günstigen Erfolg begleitet. Die Malaria ist in den letzten Jahrzehnten in Deutschland selten geworden.

In Gegenden, wo bösartige Malaria herrscht, wird man vorsichtiger Weise keine rohen Nahrungsmittel, welchen Malariakeime anhaften könnten, und kein Oberflächenwasser geniessen. Ausschweifungen im Genuss von Speise und Trank sind streng zu meiden. Die Erfahrung hat gelehrt, dass die Bodennähe gefahrbringend ist; man befolge daher den in ausgesprochenen Malariagegenden allgemein anerkannten Grundsatz, nicht im Erd-

geschoss des Hauses zu wohnen oder gar zu schlafen. Das Haus liege frei und in einer solchen Richtung, dass nicht die von malariahaltigen Sümpfen herüberziehende Luft mit ihren Schaaren von Mosquitos die Krankheitskeime übermittele. Gegen diese schützen die üblichen Mosquitonetze.

Als persönliche Prophylaxe nehme man in malariareichen Gegenden Chinin. Einerseits haben aber kleine Dosen keinen Erfolg, andererseits droht bei grossen Dosen die Chininintoxication in Gestalt des Schwarzwasserfiebers. R. Koch schlägt (für ostafrikanische Verhältnisse) vor, jeden dritten Tag 0,5 g Chinin zu nehmen. Das Arsenik hat sich als Prophylacticum nicht bewährt.

11) Die acuten exanthemischen Krankheiten.

Die Pocken sollen nach L. Pfeiffer und Guarnieri durch einen den Sporozoen angehörigen Zellparasiten, der Flecktyphus nach Lewatschew durch einen sehr kleinen, mit Geissel versehenen Coccus hervorgerufen werden; von den Masern und dem Scharlach sind die Erreger völlig unbekannt.

Alle exanthematischen Krankheiten verleihen eine meistens über eine Reihe von Jahren hinaus sich erstreckende Immunität. Die Uebertragung erfolgt durch die Berührung, durch den Aufenthalt im Zimmer, in welchem ein Kranker liegt, durch Wäsche, Kleidungsstücke etc., welche mit Kranken in Berührung gewesen sind; auch vermögen Gesunde die Krankheiten zu vermitteln. Man muss annehmen, dass die Erreger als feinste Partikelchen von dem Kranken abgegeben werden und lange Zeit infectionstüchtig bleiben können.

Die **Pocken** sollen hier nicht besprochen werden; es sei nur gesagt, dass in Anbetracht des mächtigen, durch die obligatorische Impfung und Wiederimpfung gegebenen Schutzes genug geschehen ist, wenn ausserdem noch das Verbot besteht, aus Pockenbezirken undesinficirte getragene Kleidungsstücke aller Art, Bett- und Leibwäsche, sowie Lumpen einzulassen, und wenn fremde Arbeiter erst nach erbrachtem Impfnachweis zur Arbeit in Deutschland zugelassen werden. Dieser Schutz ist indessen auch nothwendig, was sich daraus ergiebt, dass gerade die den Ländern ohne Impfzwang anliegenden Bezirke die vereinzelten, in Deutschland überhaupt vorkommenden Pockenfälle aufweisen, und dass letztere mit grosser Regelmässigkeit auf Zugereiste und ihre Utensilien zurückgeführt werden können.

Die **Masern** scheinen von klimatischen und localen Verhältnissen unabhängig zu sein, sie stehen nur in Abhängigkeit zu der Zahl der noch nicht durchseuchten Individuen. Fast jede noch nicht daran erkrankte Person ist für die Masern disponirt. Die Sterblichkeit ist grossen Schwankungen unterworfen; am meisten sind ganz jugendliche, sowie schwächliche und scrophulöse Kinder gefährdet; nicht selten schliesst sich an Masern die Phthise an. Wegen der starken Infectiosität und der fast allgemeinen Disposition ist es schwer, der Krankheit vorzubeugen, und nur die strengste Isolation führt zum Ziele. Wenn es darauf ankommt, schwächliche oder sehr jugendliche Individuen zu schützen, so ist das frühzeitige Verlassen des inficirten Ortes das zuverlässigste Mittel.

Sicherlich werden die Masern in ausgiebiger Weise durch die Schule verbreitet; daher haben die meisten Staaten Anordnungen getroffen, die erkrankten Schüler und ihre Geschwister von der Schule auszuschliessen; aber Schulschluss wegen Masern sollte nur dann verfügt werden, wenn die Epidemie bösartig auftritt; denn die Masern sind so stark contagiös, — die Kranken inficiren schon vor dem Ausbruch des Exanthems — dass ein Schulschluss meistens nicht viel nützt, um so mehr als die Kinder ausserhalb der Schule erst recht zusammenkommen. Der vielfach geübten Sitte, die noch nicht erkrankten Kinder der Ansteckung auszusetzen, „um die Krankheit in einem Male abzumachen", darf der Arzt nicht beistimmen, weil ein bösartiger Verlauf der Krankheit nicht ausgeschlossen ist.

Der **Scharlach** ist ebenfalls über die ganze Erde verbreitet, jedoch befällt er die eigentlich tropischen Gebiete weniger heftig als die gemässigten Zonen. Jahreszeiten und Bodenverhältnisse sind für die Aetiologie anscheinend ohne Belang. Als eine schwere Complication ist bei Scharlach die meistens von den Mandeln ausgehende septische Allgemeininfection mit Streptococcen zu fürchten.

In Europa ist die Krankheit fast überall endemisch, alle paar Jahre, d. h. dann, wenn sich wieder mehr infectionsfähiges Material angehäuft hat, entsteht aus den immer vorhandenen sporadischen Fällen eine Epidemie. Die Sterblichkeit schwankt zwischen 3 bis 30 %. Die Disposition für den Scharlach ist erheblich weniger verbreitet als die für Masern. Ueber die Vertheilung von Scharlach und Diphtherie giebt die folgende Tabelle (Fig. 149) Auskunft.

Auf 1000 in den Jahren 1874—1883 und 1879—1882 in Berlin an Diphtherie (—) und Scharlach (----) Gestorbene entfielen auf das Lebensjahr:

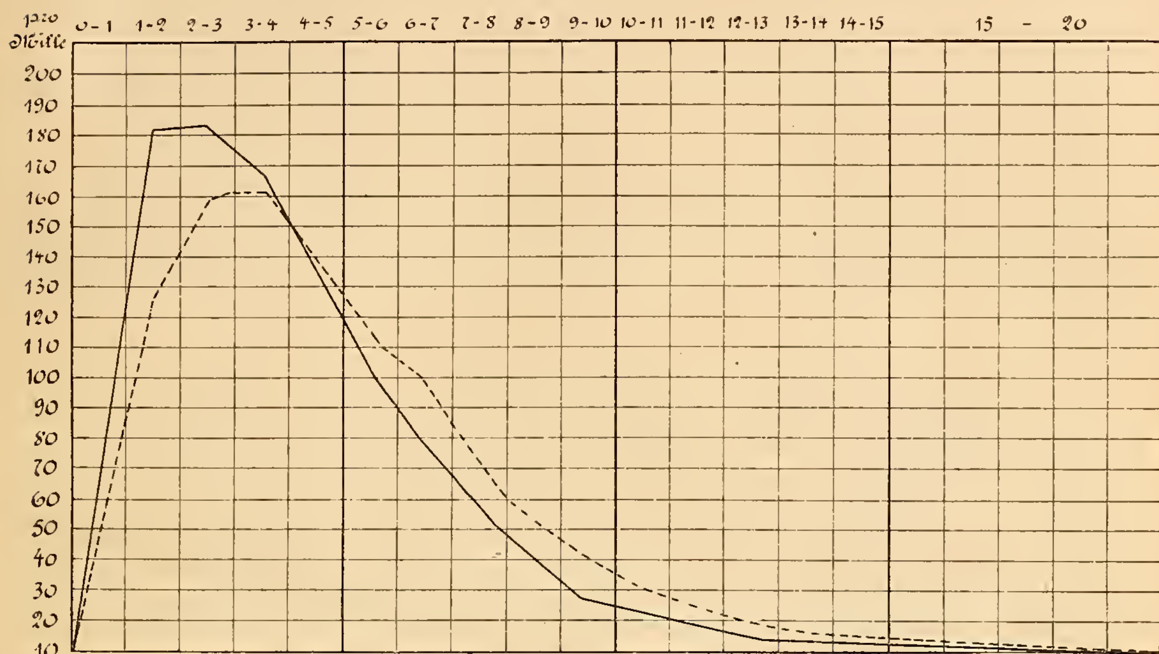


Fig. 149.

Nach Murchison entfielen in einer grösseren Reihe von Epidemien in England von den Gestorbenen auf das Alter unter 5 Jahren 64 %, von 5—15 Jahren 32 %, von 15—25 Jahren 2,6 %, über 25 Jahren 0,9 %.

Ob der Beginn der localen Symptome im Rachen und in den oberen Luftwegen durch die Aufnahme der Erreger von diesen Stellen aus bedingt wird, ist fraglich, obschon nicht geleugnet werden soll, dass in vielen Fällen die Infection durch die Einathmung vermittelt wird. Einige Epidemien werden auf Milchgenuss zurückgeführt. Bei Thieren kommt scarlatina nicht vor, dahingegen können die Erreger von einem erkrankten Menschen aus in die Milch gelangen.

Die Disposition nimmt, wie die Tabelle zeigt, mit dem höheren Lebensalter stark ab, daher muss eine verständige Prophylaxe die gefährdeten Kinder durch sorgsame Isolation oder durch Fortschaffen in nicht befallene Gegenden über das gefährliche Alter fortzubringen suchen. Selbstverständlich ist jeder Erkrankte sofort zu isolieren, am besten durch Abgabe in ein Hospital.

Bleibt das erkrankte Kind in der Familie, so werde es mitsammt seinem Pfleger von der übrigen Familie strengstens getrennt. Dem Kranken sollen besondere Ess- und Waschgeschirre, besondere Bett- und Leibwäsche gegeben werden. Die häufige, Prophylaxe.

feuchte Reinigung des Zimmers und der in ihm enthaltenen Utensilien, die Vernichtung etwaigen Auswurfs, die gehörige Desinfection der Fäcalien ist erforderlich. Das erkrankt gewesene Kind darf erst nach mehrmaligen Bädern und nach sorgfältiger Desinfection seiner Kleider und des Krankenzimmers wieder zum Verkehr zugelassen werden. Diesen Anforderungen entsprechen auch die für den Scharlach bestehenden Anordnungen. Da der Scharlach viel bösartiger ist als die Masern, so müssen die Massnahmen bezw. der Schule (Seite 298) gegen ihn strenger gehandhabt werden.

Der **Flecktyphus** ist eine Krankheit, welche nach Deutschland gewöhnlich von der polnisch-russischen Grenze eingeschleppt wird. Er findet fast stets seine ersten Opfer unter der ärmsten, der vagabundirenden Bevölkerung und nur allmählich dringt er in die besseren Kreise der Gesellschaft hinein. Die Krankheit ist sehr ansteckend. Daher sind überfüllte Arbeiterquartiere die Hauptherde der Seuche. Schlechte Ernährung, übermässige Arbeit, sociales Elend sind prädisponirende Momente.

Infectionswege und Prophylaxe.

Ueber die Infectionswege weiss man wenig; sie scheinen mit den bei Scharlach und Masern besprochenen identisch zu sein. Die Prophylaxe besteht in der sorgfältigen, frühzeitigen Isolirung der Erkrankten und Uebergabe derselben an ein Krankenhaus (preussische Verfügung vom 25./3. 80), in der gründlichen Reinigung und Desinfection der Wohnräume, der Kleider und Utensilien, sowie in der Ueberwachung der mit dem Erkrankten in Berührung gekommenen Leute (preuss. Verf. v. 23./3. 92).

Die allgemeinen Missstände, welche der Seuche Vorschub leisten, müssen nach Möglichkeit beseitigt werden. Die Miethshäuser, besonders aber die Herbergen, sowie die Polizeigewahrsame und Arrestlocale der gefährdeten Bezirke sind unter strenge, sanitätspolizeiliche Aufsicht zu stellen. Als Wärter und Pfleger werden am besten Leute bestellt, welche schon den Typhus exanthematicus überstanden haben.

III. Ueber Hospitäler.

Als sich die öffentliche Krankenpflege zu einer gewissen Höhe erhoben hatte, verwendete man nicht mehr irgend welche ursprünglich für andere Zwecke bestimmte Räume zur Krankenbehandlung, sondern man construirte Gebäude, die auf relativ

geringem Raum möglichst viel Kranke unter wenigstens erträglichen hygienischen Verhältnissen aufnehmen sollten. Diese Möglichkeit war gegeben in mehrstöckigen, von langen Corridoren durchzogenen Gebäuden, die vielfach an den Stirnseiten mit Flügeln, die ebenfalls Flure enthielten, versehen waren. So entstanden Constructionen, die in ihrer Form mehr oder minder einem lateinischen H entsprechen. Corridor-System.

In der ersten Periode lagen die Zimmer an beiden Seiten der Corridore, als aber bedeutende Uebelstände sich geltend machten, die insonderlich in mangelhafter Ventilation, in Uebertragung von schlechter Luft aus einem Zimmer in die anderen und in schlechter Beleuchtung mit ihren Folgen, z. B. ungenügender Reinlichkeit. bestanden, da legte man den Corridor an die eine Längswand des Gebäudes und die Zimmer an die andere, so dass nunmehr alle Zimmer auf einen hellen Flur mündeten, dessen Fenster in Zahl und Lage den einzelnen Zimmerthüren entsprachen; hiermit war eine ausgiebige Belichtung und eine

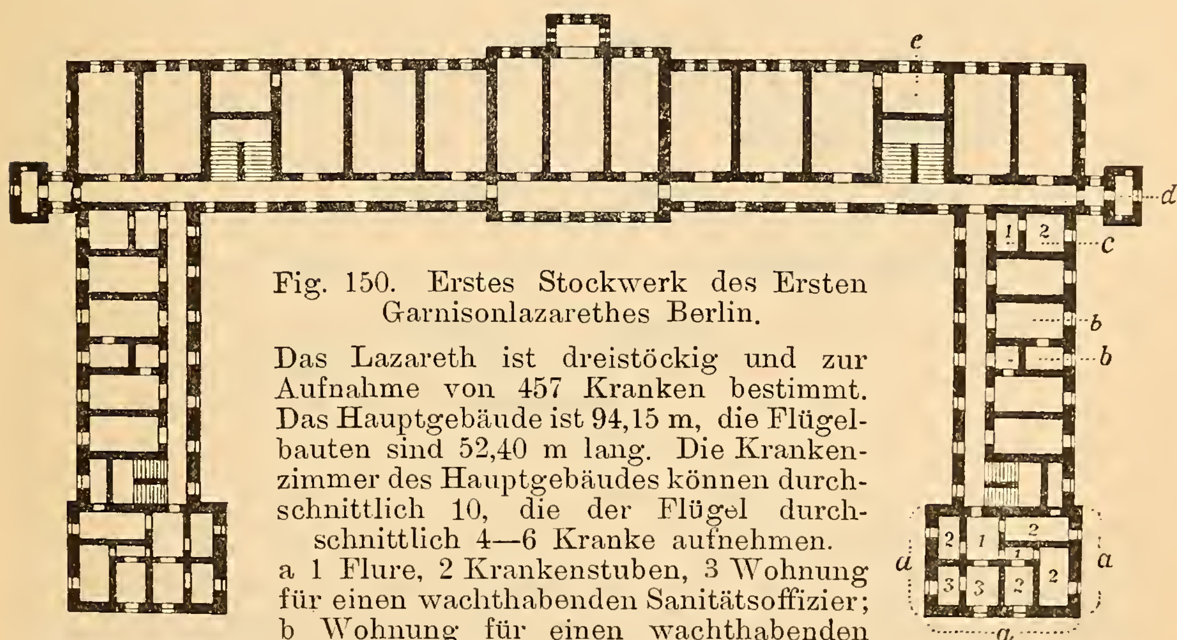


Fig. 150. Erstes Stockwerk des Ersten Garnisonlazarethes Berlin.

Das Lazareth ist dreistöckig und zur Aufnahme von 457 Kranken bestimmt. Das Hauptgebäude ist 94,15 m, die Flügelbauten sind 52,40 m lang. Die Krankenzimmer des Hauptgebäudes können durchschnittlich 10, die der Flügel durchschnittlich 4—6 Kranke aufnehmen. a 1 Flure, 2 Krankenstuben, 3 Wohnung für einen wachthabenden Sanitätsoffizier; b Wohnung für einen wachthabenden Sanitätsoffizier; c 1 Theeküche, 2 Badestube; d Latrine; e und die übrigen Räume sind Krankenstuben.

nicht unbedeutende natürliche Ventilation ohne erhebliche Belästigung der angrenzenden Krankenzimmer gegeben. Ein grosser Theil der älteren Civil- und Militairhospitäler ist nach diesem Princip construirt.

Wesentliche Nachtheile entstanden aber bei dem Corridorsystem dadurch, dass Verwaltung und Oeconomie mit den Kranken unter einem Dach vereinigt waren. Störungen und Belästigungen, z. B. durch Speisegerüche und den Lärm des Betriebes, konnten

nicht ausbleiben; ausserdem traten in einzelnen Krankenanstalten gehäufte Hausinfectionen auf.

Decentralisirung. Mittlerweile hatte man, insonderlich in den Kriegen um die Mitte dieses Jahrhunderts, auffallend günstige Heilresultate erzielt, als man, dem Druck der äusseren Verhältnisse nachgebend, die Kranken in einer grösseren Anzahl, wenn auch nothdürftig hergerichteter und ausgestatteter Gebäulichkeiten unterbrachte. Von der Militairverwaltung übertrug sich dieses Princip der Decentralisation auf das Civilmedicinalwesen, und jetzt baut man, wenn irgend angängig, nicht mehr „Kranken-Kasernen", sondern man gruppirt in der verschiedensten Weise ein bis zwei, im

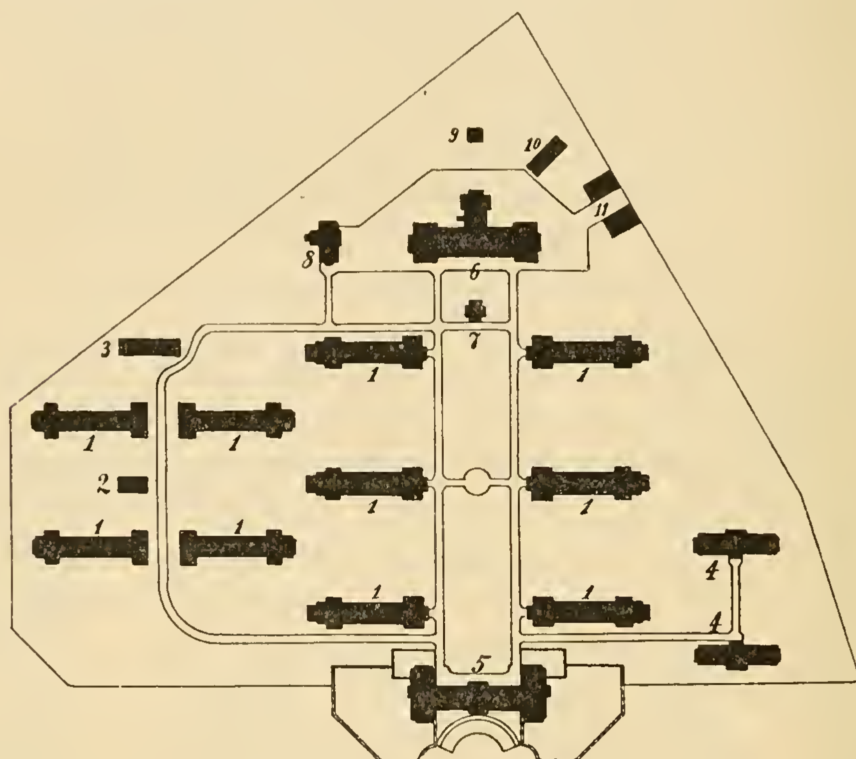


Fig. 151. Lageplan des Krankenhauses Friedrichshain.
1. Pavillons für innere und äussere Kranke. 2. Operationssaal. 3. Diphtheriepavillon. 4. Zwei Isolirpavillons. 5. Verwaltungsgebäude. 6. Oekonomiegebäude. 7. Badehaus. 8. Leichenhaus. 9. Eishaus. 10. Pflegerinnenhaus. 11. Thorgebäude. Die Pavillons und die Hauptbetriebsgebäude sind durch gedeckte Gänge mit einander verbunden.

Nothfalle drei Stockwerke hohe Häuserblöcke derart, dass sie sich nicht gegenseitig Licht und Luft fortnehmen. Die Verwaltung, die Oeconomie und der ganze Nebenbetrieb wird in besonderen Häusern untergebracht. Die Communication unter den einzelnen Gebäuden findet häufig durch gedeckte Gänge statt (siehe die Fig. 151). Einstöckige Gebäude nennt man Baracken; dabei hat sich allerdings der ursprüngliche Begriff des leichten, provisorischen Bauwerkes längst verloren, und die meisten Baracken sind im Massivbau ausgeführt: die zweistöckigen Gebäude heissen

Baracken und Pavillons.

Blockbauten oder Pavillons. Das Princip bei diesen Bauten ist die Construction von Krankensälen, die an beiden Seiten Fenster haben, somit ausgiebigster Belichtung und Lüftung zugängig sind, und die des seitlichen Corridors entbehren. Durch letztere Anordnung ist eine relativ enge Begrenzung im Bau des einzelnen Hauses gegeben; gewöhnlich können nicht mehr als zwei Säle mit einigen Sonderzimmern und den entsprechenden Nebenräumen in einem Stockwerk untergebracht werden. Als Schema für die Gesammtanordnung der decentralisirten Bauweise möge das Krankenhaus am Friedrichshain in Berlin angesehen werden.

Grössere Pavillons oder Baracken müssen ausser dem eigentlichen Krankensaal noch ein oder mehrere Zimmer für Isolirzwecke enthalten, um unruhige Kranke oder Schwerkranke darin unterbringen zu können; ausserdem sind an Nebenräumen erforderlich ein Zimmer für den Wärter, je ein Raum für die Aborte und für das Bad, ein Geräteraum, sowie ein Raum zum Reinigen und Aufbewahren des Essgeschirres und zum Anwärmen bezw. Warmhalten von Speisen, zur Herstellung von heissem Wasser u. dergl., welcher von früher her noch den Namen Theeküche führt. Sehr erwünscht, und für mittlere und grössere Corridorhospitäler sowie für einzelne Pavillons oder Baracken decentralisirter Anlagen geradezu nothwendig ist ein Tagraum, in welchem sich die Reconvalescenten und Leichtkranken über Tag aufhalten können. Der Tagraum soll so liegen und so construirt sein, dass der Luft und dem Sonnenlicht möglichst freier Eintritt gewährleistet ist, einem Zuviel jedoch jederzeit vorgebeugt werden kann.

Ueber die zweckmässige Vertheilung der einzelnen Räume mögen die beiden folgenden Zeichnungen Aufschluss geben.

Bei der zerstreuten Bauweise ist die Verwaltung eine mühevollere und theurere, die Anlage eine erheblich kostbarere, aber sie gewährleistet dem einzelnen Kranken Ruhe, Luft und Licht und die Möglichkeit der Bewegung in freier Luft in reichem Masse, was gesundheitlich von höchstem Belang ist; ausserdem ist die Einrichtung einiger Gebäulichkeiten als Isolirpavillons und der vollständige Abschluss derselben und eines Theiles des Gartens vom Verkehr leicht und sicher durchzuführen, so dass in der That Hausinfectionen in den neueren Hospitälern zu den Seltenheiten gehören. Wegen des erforderlichen grossen Platzes, man rechnet 130—200 qm auf das Bett, lassen sich Barackenhospitäler gewöhnlich nur in billiger Gegend, also in den Vorstadt- oder Vorortbezirken der Städte, unterbringen. Der durch

die grössere Entfernung bedingten Unbequemlichkeit muss durch zweckmässige Transportmittel, z. B. Bahnverbindung mit be-

Transportwesen.

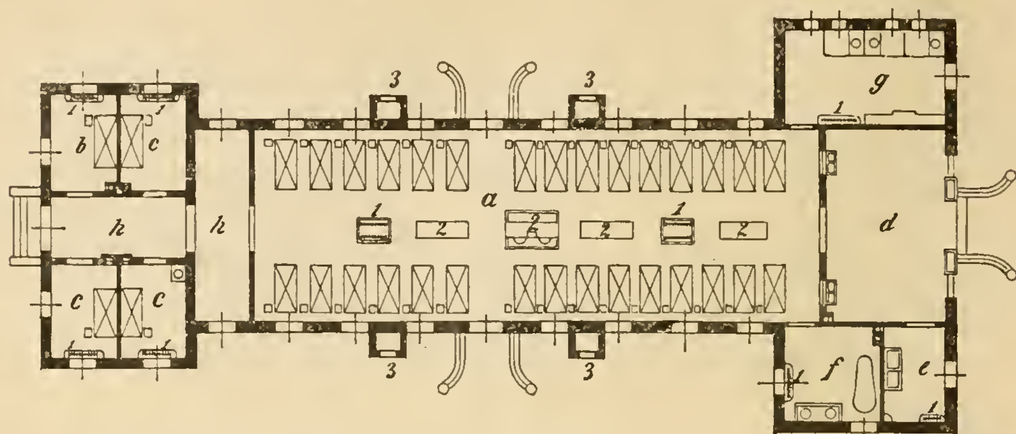


Fig. 152. Raumvertheilung in einer Baracke des Eppendorfer Krankenhauses bei Hamburg.
a) Krankensaal mit 1. zwei Rippenheizkörpern, 2. Tischen, 3. Frischluftkanälen; b) Wärterzimmer; c) drei Isolirzimmer; d) Tagraum; e) Spülküche; f) Bad; g) Closet; h) Corridor.

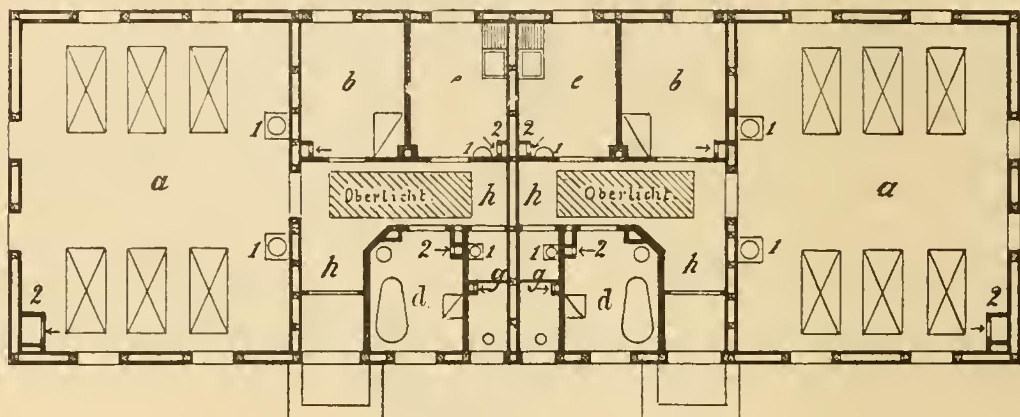


Fig. 153. Raumvertheilung in einer kleinen Doppelbaracke des Koch'schen Institutes für Infectionskrankheiten in Berlin.
a) Krankenzimmer mit 6 Betten; b) Wärterzimmer; c) Theeküche; d) Bad; g) Closet; h) Corridor mit Oberlicht; 1. Waschtisch; 2. Ventilationskanäle. Bei dieser kleinen Baracke fehlen Isolirzimmer und Tagräume, die in den grösseren Baracken des Institutes vorhanden sind. Die Wände und das Dach der Baracken sind aus Gipsdielen construirt. Die Mittelwand ist undurchbrochen.

sonderen Wagen, entgegengetreten werden. Bequeme, dem Hospital gehörige Fuhrwerke sollen in der Stadt eingestellt sein, bereit, auf Anruf den Kranken und seinen Begleiter ohne Verzug dem Krankenhause zu übermitteln. Auch die in der Stadt befindlichen Krankenhäuser müssen ihre eigenen Krankenfuhrwerke haben, und der Transport von Kranken mit Miethwagen sollte verboten sein. Bei grösseren Entfernungen des Haupthospitals ist es erforderlich, ein kleines Krankenhaus in der

Stadt selbst zu haben zur Aufnahme der nicht transportablen Kranken.

Leider sind die Pavillonhospitäler für kleinere Gemeinden, für kleine Verhältnisse zu theuer; von einem Spital einer kleinen Stadt werden eigentlich dieselben Räume und Abtheilungen verlangt, wie von dem einer grossen. Zunächst ist eine Trennung der Kranken nach den Geschlechtern nothwendig, dann ist eine Kinderabtheilung erforderlich, (unter ganz kleinen Verhältnissen lässt sie sich zuweilen mit der Frauenabtheilung vereinigen), weiter wird verlangt eine Trennung in eine chirurgische und medicinische, bezw. eine geburtshüfliche Abtheilung; ferner ist ein Raum für infectiöse Kranke nothwendig. Besondere Abtheilungen für dermatologische und syphilitische Kranke kann man in kleinen Krankenhäusern entbehren; dahingegen sollte stets ein Aufnahmezimmer vorhanden sein, in welches diejenigen Kranken kommen, bei welchen die Entscheidung, ob sie der Isolirabtheilung zugewiesen werden müssen oder nicht, noch aussteht.

Hospitäler für kleinere Städte.

In grossen Anlagen finden sich leicht die Pavillons, welche für die verschiedenen Zwecke erforderlich sind; mit kleinen Mitteln aber kann man nicht für jeden Zweck ein besonderes Gebäude herstellen, da müssen die vorhandenen Räume je nach Bedarf dem einen oder anderen Zweck dienen, und deshalb kann man für kleinere Anlagen centralisirte, an einen Corridor angeschlossene Bauten kaum entbehren. Man richtet nun gern insofern ein combinirtes System ein, als man für Infectiöse Baracken herrichtet, die in der Mitte durchsetzt, je nach Bedarf für das eine oder andere Geschlecht oder die eine oder die andere Infectionskrankheit Verwendung finden können. (S. Fig. 153, Koch'sche Baracke.) Dann construirt man das Hauptgebäude oft so, dass an seinem einen Ende die Verwaltungs-, Oekonomie- und Nebenräume sich befinden, während an seinem anderen Ende die Krankenräume einem längeren Corridor angelagert sind. Für eine solche Anordnung gebraucht man wohl den Ausdruck Blocksystem. Vielfach wird auch bei kleineren Krankenhäusern die Oekonomie und Verwaltung in einem Mittelbau untergebracht, an welchen, zuweilen durch niedrigere Corridorgebäude verbunden, die Flügel im Pavillonstil, also mit je 2 Sälen oder 1 Saal und mehreren Einzelzimmern, sich anschliessen. Gesonderte Eingänge und nicht durchgehende Corridore bewirken nach Bedarf eine völlige Isolation. Waschküche und Desinfectionsraum werden in einem solchen Falle im Kellergeschoss des

Verwaltungsgebäudes untergebracht; sie sind immer ohne Verbindung nach innen anzulegen und nur mit in das Freie führenden Thüren zu versehen. Indessen ist selbst für kleine Hospitäler ein besonderes Oekonomiegebäude mehr zu empfehlen, weil dadurch der Lärm des Betriebes, die Küchendünste, der Dampf der Waschküchen u. s. w. von den Krankenräumen besser ferngehalten werden. Die Leichen können entweder in einem kapellenartigen Ausbau dieses Hauses oder besser in einem besonderen, dicht an einem Ausgang befindlichen, kleinen Gebäude untergebracht werden, unter dessen Dach, aber sonst baulich von ihm völlig getrennt, wenn erforderlich, die Desinfectionsanstalt liegen kann.

Die hier aufgestellten Regeln decken sich fast völlig mit den in Beilage 11 der Friedens-Sanitätsordnung erlassenen Vorschriften, und das deutsche Militairmedicinalwesen stellt nur das als Regel auf, was bereits erprobt ist und sich als gut erwiesen hat.

Krankenzimmer.

Von den Krankenräumen ist in erster Linie dasselbe zu verlangen, was die ganze Anlage auszeichnen soll, nämlich Licht und Luft. Am besten werden die Säle, welche im Allgemeinen nicht über 20 Betten enthalten sollen, weil sonst die Kranken sich untereinander zu sehr stören, so angelegt, dass eine Fensterfront nach Süden orientirt ist (s. S. 183 u. ff.). Gute von oben und von unten aufrollbare oder in jeder beliebigen Höhe einstellbare Rouleaux aus grauem oder gelblichem Stoff, oder Jalousien oder Marquisen müssen die Möglichkeit gewähren, soviel Licht bezw. Sonnenschein, als gerade nothwendig ist, auszuschliessen. Stark beschattende Bäume direct vor den Fenstern sind nicht erwünscht.

Ventilation.

Die Ventilation muss ausgiebig sein und pro Kopf einen stündlich zweimaligen Luftwechsel gestatten. Nach unseren jetzigen Kenntnissen von der Natur der Infectionskrankheiten ist ein Luftraum von 40 cbm erwünscht, aber bei entsprechender Reinlichkeit und Luftzufuhr auch ausreichend; die Ausathmungskohlensäure wird dann 0,75 $^0/_{00}$ nicht übersteigen. Hat man auf den Kostenpunkt keine Rücksicht zu nehmen, so mag man einen noch grösseren Luftraum gewähren. Man kommt ohne besondere Luftabführungskanäle in den Hospitälern nicht aus, und es ist auf ausgiebige Weite derselben, gute Lage, Glätte der Innenwände sowie die Möglichkeit ihrer Erwärmung zu achten. Zugeführte Luft darf niemals den Corridoren entnommen sein. Dass die frische Luft in der kühleren Jahreszeit nur angewärmt in das Zimmer gegeben werden darf, ist selbstverständlich.

Die Heizung muss ausgiebig und leicht regulierbar sein; Warmwasserheizungen und insbesondere Niederdruckdampfheizungen haben in den letzten Jahren eine sehr weite Verbreitung gefunden. Wenn Localheizung gewünscht wird, so sind nicht die fast unregulirbaren Kachelöfen, sondern Regulirfüllöfen mit weitem Mantel zu wählen. Die mässige Wärmestrahlung dieser Oefen wird von den ausser Bett befindlichen Kranken angenehm empfunden. Zur Beleuchtung ist das electrische Glühlicht oder Gasglühlicht allen anderen Beleuchtungsarten vorzuziehen. Bei Verwendung von Gaslampen und auch von grösseren Petroleumlampen ist für die Abfuhr der Verbrennungsproducte zu sorgen; die überschüssige Wärme des abführenden Rohres werde der Ventilation dienstbar gemacht. Wände, Decken und Fussböden seien möglichst undurchlässig, die Wände seien recht glatt und mit Gipsputz hergestellt und entweder ganz oder bis zu 2 m Höhe mit heller Oelfarbe, die Decke und eventuell der obere Theil der Wände mit guter Kalk- oder Leimfarbe hell, aber nicht gerade weiss gestrichen. Zum Fussboden eignet sich vorläufig noch am besten ein gut in Asphalt gelegtes Riemenparket, welches nicht gebohnt, sondern zunächst tüchtig mit Oel getränkt, dann alle paar Wochen mit Oel abgerieben und täglich ein- oder zweimal feucht abgewischt wird. Als Fussbodenbelag, um den Schall zu dämpfen, empfiehlt sich einfarbiges Linoleum, auf welchem man jeden Schmutz sieht. Thüren und Fenster müssen dicht und geräuschlos schliessen; erstere sollen so breit sein, dass ein breites Bett bequem hindurch getragen werden kann, letztere sind in ihrem oberen Theil als Klappfenster einzurichten.

Heizung. **Beleuchtung.**

Das Bett des Kranken sei mindestens 2 m lang und nicht unter 1 m breit, Eisengestelle mit hölzernen Kopf- und Fussbrettern haben sich bewährt; als Unterlagen dienen zweckmässig Rahmen, die unter Verwendung von Stahlfedern oder Draht hergestellt und mit Matratzen aus Rosshaar überdeckt sind. Zum Zudecken sind in Leinen- oder Baumwollenbezügen steckende wollene Decken von mindestens $2^1/_4$ m Länge zu empfehlen. Die Nachtschränkchen, die Tische werden am besten aus Eisen und Glas oder aus hartem Holz hergestellt; als Stühle dienen leichte Brett- oder sogenannte Wiener-Stühle mit Holzsitz. Teppiche, Vorhänge und dergleichen sind in Krankenzimmern meistens störend; freundlicher Zimmeranstrich und Sauberkeit seien seine Hauptzierden. Die Nebenräume sind mit directem Licht zu versehen und peinlichst sauber zu halten. Für die Geräthe, Besen, Schmutzeimer, Wischtücher u. s. w. muss ein

Utensilien.

besonderer, gut belichteter und zu lüftender Raum gewährt werden; es ist unzulässig, diese oft inficirten Geräthschaften in einer dunklen Ecke vor dem Closet oder in der Badestube unterzubringen. Ebensowenig dürfen die erwähnten Räume als vorläufige Aufbewahrungsorte für schmutzige Wäsche dienen. Letztere ist vielmehr in feste leinene Beutel zu stecken und alsbald der Waschanstalt zuzuführen; Wäsche aus den Isolirabtheilungen ist zur Verhütung von Infectionen in angefeuchteten Beuteln zu sammeln und sofort der Desinfectionsanstalt zu übergeben. Letztere soll auch in den kleinsten Hospitälern vorhanden sein und muss einen sicher functionirenden, geprüften Apparat enthalten.

Kost. Ein sehr wichtiger Punkt ist die Verpflegung in den Krankenhäusern. Die Kost muss dem einzelnen Kranken angepasst werden. Leichtkranke und viele syphilitische, dermatologische oder chirurgische Kranke sind bezüglich ihres Nahrungsbedürfnisses den Gesunden gleich zu stellen, beanspruchen also die Kost eines ruhenden, oder leicht arbeitenden Erwachsenen, d. h. in der Tageskost eines etwa 70 kg schweren erwachsenen Kranken sollen ungefähr 110 g Eiweiss, 50 g Fett und 350 g Kohlehydrate, und zwar in der Form, wie sie der Kranke zu geniessen gewohnt ist, enthalten sein. Eine zweite Gruppe bilden die Genesenden mit noch nicht ganz gesunden Verdauungsorganen und subnormalem Appetit. Sie bedürfen mindestens derselben Menge von Nährstoffen wie die erste Gruppe, doch ist es zweckmässig, um rascheren Ansatz von Muskelsubstanz und Fett zu erzielen, etwas mehr Eiweiss und nur leicht verdauliche, den Appetit anregende Speisen zu reichen. Milch, Braten, Mehlspeisen, Weissbrot etc. bilden den Stamm dieser zweiten Kostform. In der dritten Form werden Kranke verpflegt, die wegen ihrer Allgemein- oder Localerkrankung einer specialisirten Nahrung bedürfen. An die Kost der zweiten Gruppe in ihren Grundzügen sich anlehnend können hier zu allen Mahlzeiten nach Bestimmung des Arztes „Extradiäten“ der verschiedensten Art verabfolgt werden, während bei der ersten und zweiten Kostform nur Zuschläge in Gestalt vergrösserter Portionen gestattet sein sollten. Sowohl aus diätetischen Rücksichten als auch des Zeitvertreibs wegen soll die Nahrung den Kranken nicht in drei, sondern in fünf Mahlzeiten gereicht werden.

Appetitlichkeit der Kost. Ganz ungemein wichtig sind die schmackhafte Zubereitung und der Wechsel in der Nahrung; der Speisezettel für eine oder zwei Wochen soll dem dirigirenden Arzt nicht nur vorge-

legt, sondern von diesem auch ordentlich geprüft und erforderlichenfalls abgeändert werden; ferner ist täglich von einem Arzt die Krankenkost nicht nur zu kosten, sondern zu essen. Der Arzt muss sich bewusst sein, dass in gewissen Stadien der Krankheit die gute Ernährung der mächtigste Heilfactor ist, und dass zur guten Ernährung die reichliche Aufnahme von Speise, und dazu wieder ein reger Appetit erforderlich ist, der ohne gute, abwechselungsreiche Zubereitung der Speisen nicht zu erhalten ist. Dem Kranken sollen die Speisen auch in ordentlicher Weise servirt werden, d. h. es muss das Essen nicht auf einmal, sondern in der richtigen Speisenfolge, in entsprechenden Intervallen und warm, wenn erforderlich, und in tadellos sauberen Gefässen gereicht werden, die in ihrer Form und Art den in der Gesellschaftsklasse des Erkrankten gebräuchlichen zu entsprechen haben. Nach allen diesen Richtungen hin wird leider in vielen Krankenhäusern arg gefehlt, und es ist nicht zu viel gesagt, dass zahlreichen leicht erregbaren Kranken oft das Essen, welches aus an und für sich gutem Material bereitet worden ist, durch seine Geschmacklosigkeit und Eintönigkeit, seine unpassende Temperatur und unappetitliche Servirung geradezu verekelt wird.

Wärter. Zu einem guten Hospitaldienst ist ein sorgfältig geschultes, zuverlässiges und gewandtes Wärterpersonal erforderlich. Die Heranziehung eines solchen ist aber nur möglich bei einer reichlicheren Bezahlung, als sie zur Zeit in den meisten Krankenhäusern üblich ist; man giebt den Leuten zu geringes Gehalt, ausgehend von der Idee, dass der Dienst, die körperliche Arbeitsleistung, eine geringe sei. Diese Auffassung ist grundfalsch; nicht auf die Kilogrammeter kommt es bei dem Pfleger und Wärter an, sondern auf das Verständniss für die zu leistende Arbeit, auf das Eingehen auf die Wünsche der Kranken, die Intentionen des Arztes und auf die sorgfältige, gewissenhafte und dem Kranken gegenüber liebevolle Ausführung des Aufgetragenen.

Dirigirender Arzt. Bei den Militairlazarethen und den Irrenanstalten ist überall die ganze Leitung des Hospitals in die Hand des ersten Arztes, des Chefarztes, gelegt. Diese Einrichtung hat sich bewährt und ist auch für die anderen Hospitäler zu erstreben. Die Hauptarbeit im Hospital wird vom Arzt geleistet, er giebt den Ton an, und deshalb muss er bestimmen und nicht der Verwaltungsbeamte; letzterem mag für gewisse Verhältnisse ein Vetorecht gegeben sein, aber seine Unterordnung unter den Chefarzt muss

unbedingt verlangt werden. Die Auffassung, der Arzt habe genug gethan, wenn er dem Kranken sein Medicament verschrieben, seinen Verband angelegt habe, ist unrichtig; der Arzt muss sich um den ganzen Betrieb in der Anstalt bezw. auf seiner Station kümmern, sonst wird das, was durch das gute Medicament erreicht worden ist, durch unpassende Ernährung und mangelhafte Pflege wieder vereitelt.

Zudem kann nicht genug betont werden, dass die Heilresultate bei weitem mehr durch zweckentsprechende Behandlung und gute Pflege als durch bauliche und sonstige Einrichtungen bedingt sind, und dass nicht der Baumeister, sondern der leitende Arzt in erster Linie den Erfolg garantirt.

Litteratur: Goltdammer, Krankenhaus, in Dammers Handwörterbuch der öffentl. u. privat. Gesundheitspflege, Stuttgart 1891. — Rubner, Erfahrungen über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern, Zeitschr. f. Med.-Beamte 1891. — Böttger, Das Koch'sche Institut, Berlin 1891. — Böttger, Grundsätze f. d. Bau von Krankenhäusern, Berlin 1894. — Pistor, Grundzüge für Bau, Einrichtung und Verwaltung von Absonderungsräumen und Sonderkrankenhäusern für ansteckende Krankheiten, D. V. f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. 25. — Kirchner, Grundriss der Militairgesundheitspflege, Braunschweig 1895. — Schmieden, Erfahrungen u. Fortschritte a d. Gebiete d. Krankenhausbaues, Ges. Ing. 1896, No. 4 u. 5. — Wallichs u. Rubner, Referate in d. wiss. Deputation f. d. Medicinalwesen betr. Ziele und Handhabung d. Staatsaufsicht über Einrichtung u. Betrieb d. öff. u. Privat-Krankenanstalten. Vierteljahrsschr. f. ger. Med. u. öff. Sanitätswesen 1896, S. 358. — Praussnitz, Die Kost in Krankenhäusern mit besonderer Berücksichtigung der Münchener Verhältnisse. D. V. f. öff. Gesundheitspflege 1893, S. 563.

Register.

Date Due
